

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
Витебский государственный технологический университет

ОХРАНА ТРУДА

ПРАКТИКУМ

для студентов специальностей

1-36 01 01 «Технология машиностроения»; 1-55 01 03 «Компьютерная мехатроника»; 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий»; 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»; 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств» направления специальности 1-53 01 01-05 «Автоматизация технологических процессов и производств (легкая промышленность)»

Витебск
2022

УДК 351.862.2

Составители:

И. А. Тимонов, А. В. Гречаников, В. Н. Потоцкий

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 10 от 29.06.2022.

Охрана труда: практикум / сост. И. А. Тимонов, А. В. Гречаников, В. Н. Потоцкий. – Витебск : УО «ВГТУ», 2022. – 126 с.

Практикум составлен с учетом тематики занятий по дисциплине «Охрана труда» примерной программы обучения по вопросам охраны труда для руководителей и специалистов организаций. Практикум составлен для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения»; 1-55 01 03 «Компьютерная мехатроника»; 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий»; 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»; 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств» направления специальности 1-53 01 01-05 «Автоматизация технологических процессов и производств (легкая промышленность)». В практикуме изложен материал, необходимый студентам для выполнения практических занятий по дисциплине «Охрана труда».

УДК 658.345:574

© УО «ВГТУ», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ЗАНЯТИЕ 1	4
Оценка экономической эффективности мероприятий по охране труда.....	4
ЗАНЯТИЕ 2	16
Разработка карты рисков	16
ЗАНЯТИЕ 3	24
Расчет численности специалистов службы охраны труда	24
ЗАНЯТИЕ 4	33
Учет и расследование несчастных случаев на производстве	33
ЗАНЯТИЕ 5	40
Оценка метеорологических условий на рабочих местах	40
ЗАНЯТИЕ 6	47
Оценка запыленности производственных помещений	47
ЗАНЯТИЕ 7	52
Оценка параметров естественного освещения производственных помещений ..	52
ЗАНЯТИЕ 8	61
Оценка уровней шума на рабочих местах	61
ЗАНЯТИЕ 9	70
Оценка уровней ЭМП на рабочих местах.....	70
ЗАНЯТИЕ 10	76
Расчёт системы заземления	76
ЗАНЯТИЕ 11	82
Оценка сопротивления изоляции проводников тока в электросетях и элетрооборудовании.....	82
ЗАНЯТИЕ 12	86
Проверка на герметичность сосудов (аппаратов) методом определения утечки газов	86
ЗАНЯТИЕ 13	89
Организация безопасного производства работ с повышенной опасностью	89
ЗАНЯТИЕ 14	93
Расчет температуры вспышки легковоспламеняющихся жидкостей.....	93
ЗАНЯТИЕ 15	99
Определение пределов взрываемости паровоздушных смесей.....	99
ЗАНЯТИЕ 16	105
Расчкт времени эвакуации людей при пожаре	105
ЛИТЕРАТУРА	114
Приложение А.....	116
Приложение Б	119
Приложение В.....	121
Приложение Г	124

ЗАНЯТИЕ 1

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Цель работы

Провести оценку экономической эффективности проведенных мероприятий по улучшению охраны труда.

Общие сведения

Для исполнения программы улучшения условий труда работающих предприятия выделяют и используют значительное финансирование на разработку и внедрение оздоровительных мероприятий. Целью экономических методов управления безопасностью и гигиеной труда является создание материальной заинтересованности организаторов производства, нанимателей в оптимизации производственной среды, сокращении производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

Экономическая эффективность мероприятий по улучшению условий труда обеспечивается благодаря:

1. Росту производительности труда за счет:

– повышения работоспособности человека в результате снижения утомления, вызванного неблагоприятными условиями труда, сокращения или полного устранения внутрисменных простоев и др.;

– снижения трудоемкости продукции вследствие уменьшения непроизводительных затрат труда, вызванных неблагоприятными условиями труда;

– увеличения эффективного фонда рабочего времени в результате сокращения потерь по временной нетрудоспособности из-за болезней и травм, связанных с неблагоприятными условиями труда;

– повышения эффективности использования оборудования.

2. Годовой экономии от сокращения потерь, связанных с неблагоприятными условиями труда, за счет:

– уменьшения материальных последствий несчастных случаев и заболеваемости, обусловленных производством;

– экономии расходов на льготы и компенсации за работу в неблагоприятных условиях труда;

– снижения ущерба от текучести рабочей силы, вызванной вредными условиями труда;

– уменьшения потерь от брака (повышение качества продукции), вызванного неблагоприятными условиями труда.

Затраты на разработку и внедрение мероприятий по улучшению условий труда подразделяются на единовременные и текущие (эксплуатационные).

Единовременные затраты ($Q_{ВЛ}$), необходимые для осуществления мер по созданию здоровых и безопасных условий труда, могут быть капитальными и затратами, отражающимися в себестоимости продукции.

Единовременные затраты, отражающиеся в себестоимости продукции, – это затраты на проведение обследований условий труда и разработку мероприятий по их улучшению, на приобретение недорогостоящей оснастки и инвентаря, оборудования, на покраску стен и др.

В ряде случаев внедрение мероприятий по предупреждению несчастных случаев и заболеваний, связанных с производством, улучшению условий труда требует капитальных затрат. Например, при проведении комплексных и крупных мероприятий, реконструкции цехов, участков, а также при проектировании новых предприятий (производств), технологических процессов и оборудования с учетом требований эргономики, гигиены и охраны труда. Такие мероприятия финансируются за счет:

- амортизационного фонда, если проводятся одновременно с капитальным ремонтом основных средств;
- банковского кредита, если мероприятия входят в комплекс кредитуемых банком затрат по внедрению новой техники или расширению производства;
- инвестиций в основной капитал, включая фонд накопления, если мероприятия являются капитальными.

Текущие (эксплуатационные) затраты периодически возобновляются в процессе производства в связи с необходимостью обеспечения постоянного действия мероприятий и списываются в установленном порядке на себестоимость продукции текущего года. Эти затраты, в зависимости от влияния на них изменений объема производства, разделяются на *условно-переменные и условно-постоянные*.

Условно-переменные расходы изменяются пропорционально изменению объема выпуска продукции. К ним относятся: затраты на сырье и основные материалы, вспомогательные материалы, нормируемые на единицу продукции; затраты технологического топлива, двигательной энергии, пара, воды для технологических нужд; заработная плата рабочих-сдельщиков и начисления на нее.

К условно-постоянным расходам относятся общехозяйственные и общепроизводственные расходы, которые включают средства на охрану труда, часть расходов, связанных с эксплуатацией оборудования и др. Например, на производственную санитарию, содержание бытовых помещений, на погашение износа спецодежды и специальной обуви, их ремонт, стирку, дезинфекцию и т.д. Их величина при изменении объема производства изменяется незначительно.

ЗАДАЧА 1. Определить годовую экономическую эффективность от внедрения мероприятий по улучшению условий труда, направленных на снижение трудоёмкости. Сделать вывод об эффективности выполненных мероприятий. Необходимые исходные данные взять из таблицы 1.1.

1. Определяем процент снижения трудоёмкости изготовления изделий

$$\Delta t_{TP} = \frac{t_1 - t_2}{t_1} \cdot 100(\%), \quad (1.1)$$

где t_1 – трудоёмкость изготовления изделия до внедрения мероприятий по улучшению условий труда, мин; t_2 – трудоёмкость изготовления изделия после внедрения мероприятий по улучшению условий труда, мин.

2. Определяем процент повышения производительности труда

$$\Delta t_{II} = \left(\frac{t_1}{t_2} - 1 \right) \cdot 100(\%). \quad (1.2)$$

3. Определяем величину экономии заработной платы основных рабочих

$$\mathcal{E}_{з.п.} = \frac{З.П. \cdot \Delta t_{TP}}{100} \text{ (тыс. руб)}, \quad (1.3)$$

где $З.П.$ – годовой фонд заработной платы основных рабочих цеха, тыс. руб.

4. Определяем величину экономии на условно-постоянных расходах

$$\mathcal{E}_{УПР} = \frac{Q_{УПР} \cdot \Delta t_{II}}{100} \text{ (тыс. руб)}, \quad (1.4)$$

где $Q_{УПР}$ – годовые условно-постоянные расходы, тыс. руб.

5. Определяем величину экономии на стоимости технологического оборудования

$$\mathcal{E}_{ТЕХ} = \frac{Q_{ТЕХ} \cdot \Delta t_{II}}{100} \cdot E_H \text{ (тыс. руб)}, \quad (1.5)$$

где $Q_{ТЕХ}$ – текущая рыночная стоимость технологического оборудования, тыс. руб.; E_H – нормативный коэффициент экономической эффективности.

6. Определяем годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_{ГОД} = \mathcal{E}_{з.п.} + \mathcal{E}_{УПР} + \mathcal{E}_{ТЕХ} - E_H \cdot Q_{ВЛ} \text{ (тыс. руб)}, \quad (1.6)$$

где $Q_{ВЛ}$ – инвестиции на внедрение мероприятий по улучшению условий труда,

тыс. руб.

7. Внедрение мероприятий экономически целесообразно, если расчётный коэффициент экономической эффективности (E_P) больше нормативного (E_H)

$$E_P = \frac{\mathcal{E}_{\text{ГОД}}}{Q_{\text{ВЛ}}}. \quad (1.7)$$

ЗАДАЧА 2. Рассчитать экономический эффект от внедрения рациональных режимов труда и отдыха, устранения тяжелых физических работ, улучшения освещенности, достижения рациональной планировки рабочих мест. Сделать вывод об эффективности выполненных мероприятий. Необходимые исходные данные взять из таблицы 1.1.

1. Прирост производительности труда по предприятию

$$\Delta t_{\text{П}} = \left(\frac{t_1}{t_2} - 1 \right) \cdot 100(\%), \quad (1.8)$$

где t_1 – трудоёмкость изготовления изделия до внедрения мероприятий по улучшению условий труда, мин; t_2 – трудоёмкость изготовления изделия после внедрения мероприятий по улучшению условий труда, мин.

$$\Pi_{\text{ПТ}} = \Delta t_{\text{П}} \cdot B_{\text{Д}}, \%, \quad (1.9)$$

где $B_{\text{Д}}$ – удельный вес продукции, выпускаемой цехом, в общем объеме продукции, %.

2. Увеличение объема производства по цеху

$$P = \frac{B_2 - B_1}{B_1} \cdot 100, \%, \quad (1.10)$$

где B_1 – годовой выпуск продукции до внедрения мероприятий, тыс. руб.; B_2 – годовой выпуск продукции после внедрения мероприятий, тыс. руб.

3. Экономия от снижения себестоимости на условно-постоянных расходах

$$\mathcal{E}_{\text{УПР}} = Q_{\text{УПР}} \cdot \frac{B_2 - B_1}{B_1}, \text{ тыс. руб.}, \quad (1.11)$$

где $Q_{\text{УПР}}$ – годовые условно-постоянные расходы, тыс. руб.

4. Экономия в связи с лучшим использованием оборудования

$$\mathcal{E}_K = \frac{\Phi_B \cdot E_H \cdot P}{100}, \text{ тыс. руб.}, \quad (1.12)$$

где Φ_B – стоимость оборудования, на котором выпущено дополнительное количество продукции, тыс. руб.; E_H – нормативный коэффициент экономической эффективности.

5. Годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_Г = \mathcal{E}_{УПР} + \mathcal{E}_K - E_H \cdot Q_{ВЛ}, \text{ тыс. руб.}, \quad (1.13)$$

где $Q_{ВЛ}$ – инвестиции на внедрение мероприятий по улучшению условий труда, тыс. руб.

6. Срок окупаемости затрат на мероприятие

$$T_{OK} = \frac{Q_{ВЛ}}{\mathcal{E}_{УПР} + \mathcal{E}_K}, \text{ год.} \quad (1.14)$$

ЗАДАЧА 3. Рассчитать экономический эффект от внедрения мероприятий по улучшению условий труда – улучшение вентиляции, освещения, проведения противозумных мероприятий. Сделать вывод об эффективности выполненных мероприятий. Необходимые исходные данные взять из таблицы 1.1.

1. Изменение трудоемкости продукции

$$\Delta t_{П} = \left(\frac{t_1}{t_2} - 1 \right) \cdot 100(\%), \quad (1.15)$$

где t_1 – трудоёмкость изготовления изделия до внедрения мероприятий по улучшению условий труда, мин; t_2 – трудоёмкость изготовления изделия после внедрения мероприятий по улучшению условий труда, мин.

2. Прирост производительности труда в цехе

$$П_{ПТ}^{(ц)} = \frac{\Delta t_{П} \cdot 100}{100 - \Delta t_{П}}, \%. \quad (1.16)$$

3. Прирост производительности на предприятии

$$P_{\text{ПТ}} = P_{\text{ПТ}}^{(y)} \cdot \frac{B_{\text{Д}}}{100}, \% \quad (1.17)$$

где $B_{\text{Д}}$ – удельный вес продукции, выпускаемой цехом, в общем объеме продукции, %.

3. Относительное высвобождение численности по предприятию

$$\mathcal{E}_{\text{ч}} = \frac{P_{\text{ПТ}}}{100 + P_{\text{ПТ}}} \cdot \mathcal{C}_{\text{ОБЩ}}, \text{ чел.} \quad (1.18)$$

где $\mathcal{C}_{\text{ОБЩ}}$ – численность работающих, чел.

4. Экономия по заработной плате

$$\mathcal{E}_{\text{ЗП}} = \frac{З.П.}{\mathcal{C}_{\text{ОБЩ}}} \cdot \mathcal{E}_{\text{ч}} \cdot \left(1 + \frac{Д}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{O_{\text{ОТЧ}}}{100}\right), \text{ тыс. руб.}, \quad (1.19)$$

где $З.П.$ – годовой фонд заработной платы основных рабочих цеха, тыс. руб.; $Д$ – дополнительная заработная плата, %; $O_{\text{ОТЧ}}$ – отчисление в фонд социального страхования, БелГосстрах, %.

5. Годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_{\text{Г}} = \mathcal{E}_{\text{ЗП}} - E_{\text{Н}} \cdot \mathcal{Q}_{\text{ВЛ}}, \text{ тыс. руб.}, \quad (1.20)$$

где $\mathcal{Q}_{\text{ВЛ}}$ – инвестиции на внедрение мероприятий по улучшению условий труда, тыс. руб.; $E_{\text{Н}}$ – нормативный коэффициент экономической эффективности.

ЗАДАЧА 4. Рассчитать экономический эффект от внедрения мероприятий по улучшению условий труда в результате снижения заболеваемости. Сделать вывод об эффективности выполненных мероприятий. Необходимые исходные данные взять из таблицы 1.1.

1. Относительное высвобождение численности

$$\mathcal{E}_{\text{ч}} = \frac{B_1 - B_2}{100 - B_2} \cdot \mathcal{C}_{\text{ОБЩ}}, \text{ чел.}, \quad (1.21)$$

где B_1 – потери рабочего времени по болезни в общем времени до внедрения мероприятий, %; B_2 – потери рабочего времени по болезни в общем времени после внедрения мероприятий, %; $\mathcal{C}_{\text{ОБЩ}}$ – численность работающих, чел.

2. Прирост производительности труда по предприятию

$$P_{\text{ПТ}} = \left(\frac{\mathcal{E}_q}{\mathcal{C}_{\text{ОБЩ}} - \mathcal{E}_q} \right) \cdot 100, \% \quad (1.22)$$

3. Дополнительный выпуск продукции

$$V_{\text{ДОП}} = V_1 \cdot \frac{P_{\text{ПТ}}}{100}, \text{ тыс. руб.}, \quad (1.23)$$

где V_1 – годовой выпуск продукции до внедрения мероприятий, тыс. руб.

4. Себестоимость дополнительно выпущенной продукции

$$C_{\text{ДОП}} = V_{\text{ДОП}} \cdot \mathcal{Z}_{1P}, \text{ тыс. руб.}, \quad (1.24)$$

где \mathcal{Z}_1 – затраты на 1 рубль продукции, руб.

5. Экономия на условно-постоянных расходах

$$\mathcal{E}_{\text{УПР}} = C_{\text{ДОП}} \cdot \frac{Y_D}{100}, \text{ тыс. руб.}, \quad (1.25)$$

где Y_D – доля условно-постоянных расходов, %.

6. Годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_G = \mathcal{E}_{\text{УПР}} - E_H \cdot Q_{\text{ВЛ}}, \text{ тыс. руб.}, \quad (1.26)$$

где $Q_{\text{ВЛ}}$ – инвестиции на внедрение мероприятий по улучшению условий труда, тыс. руб.; E_H – нормативный коэффициент экономической эффективности.

ЗАДАЧА 5. Рассчитать экономический эффект от проведения мероприятий по улучшению условий труда за счёт сокращения текучести рабочей силы, за счёт снижения травматизма и временной нетрудоспособности работающих. Сделать вывод об эффективности выполненных мероприятий. Необходимые исходные данные взять из таблицы 1.1.

1. Планируемые потери рабочего времени по временной нетрудоспособности

$$P_{\text{ВР-ПН}} = 2,42 + 0,167 \cdot \Gamma_p, \text{ дни.}, \quad (1.27)$$

где Γ_p – средний стаж работающих на предприятии.

2. Относительное высвобождение численности за счет сокращения предполагаемых потерь

$$\mathcal{E}_q = \frac{(P_{BP-\Phi} - P_{BP-ПЛ}) \cdot 8}{\Phi} \cdot \mathcal{C}_{ОБЩ}, \text{ чел.}, \quad (1.28)$$

где $P_{BP-\Phi}$ – фактические потери рабочего времени по временной нетрудоспособности в год одного работающего, дни; Φ – фонд рабочего времени одного работающего, ч; $\mathcal{C}_{ОБЩ}$ – численность работающих, чел.

3. Экономия по заработной плате

$$\mathcal{E}_{ЗП} = \frac{З.П.}{\mathcal{C}_{ОБЩ}} \cdot \mathcal{E}_q \cdot \left(1 + \frac{Д}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{О_{ОГЧ}}{100}\right), \text{ тыс. руб.}, \quad (1.29)$$

где $З.П.$ – годовой фонд заработной платы основных рабочих цеха, тыс. руб.; $Д$ – дополнительная заработная плата, %; $О_{ОГЧ}$ – отчисление в фонд социального страхования, БелГосстрах, %.

4. Экономия за счет сокращения текучести рабочей силы

$$\mathcal{E}_T = \overline{P}_T \cdot \left(1 - \frac{K_2}{K_1}\right) \cdot \alpha, \text{ тыс. руб.}, \quad (1.30)$$

где α – безразмерный коэффициент, учитывающий долю работников, уволившихся по причине неудовлетворённости условиями труда, $\alpha = 0,2$.

5. Годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_Г = (\mathcal{E}_{З.П.} + \mathcal{E}_T) - E_H \cdot Q_{ВЛ}, \text{ тыс. руб.}, \quad (1.31)$$

где $Q_{ВЛ}$ – инвестиции на внедрение мероприятий по улучшению условий труда, тыс. руб.; E_H – нормативный коэффициент экономической эффективности.

Таблица 1.1 – Исходные данные

Показатели	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Трудоемкость изготовления изделий, мин: – до внедрения мероприятий, t_1 ;	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
– после внедрения мероприятий, t_2	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
2 Годовой фонд заработной платы основных рабочих цеха (З.П.), тыс. руб.	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
3 Годовые условно-постоянные расходы ($Q_{УПР}$), тыс. руб.	160,0	160,0	160,0	160,0	160,0	160,0	160,0	160,0	160,0	160,0
4 Текущая рыночная стоимость технологического оборудования ($Q_{ТЕХ}$), тыс. руб.	120,0	121,0	122,0	123,0	124,0	125,0	126,0	127,0	128,0	129,0
5 Инвестиции на внедрение мероприятий по улучшению условий труда ($Q_{ВЛ}$), тыс. руб.	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
6 Нормативный коэффициент экономической эффективности, E_H	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
7 Годовой выпуск продукции (B), тыс. руб.: – до внедрения мероприятий, B_1 ;	450,0	455,0	460,0	465,0	470,0	475,0	480,0	485,0	490,0	495,0

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
– после внедрения мероприятий, B_2	495,0	500,0	505,0	510,0	515,0	520,0	525,0	530,0	535,0	540,0
8 Доля условно-постоянных расходов ($УД$), %	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
9 Удельный вес продукции, выпускаемой цехом, в общем объеме продукции ($ВД$), %	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
10 Численность работающих ($Ч_{ОБЩ}$), чел.	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525
11 Затраты на 1 руб. продукции ($З_{1Р}$), руб.	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
12 Потери рабочего времени по болезни в общем времени ($Б$), %: – до внедрения мероприятий, B_1 ; – после внедрения мероприятий, B_2	25 20	26 21	27 22	28 23	29 24	30 25	31 26	32 27	33 28	34 29
13 Стоимость оборудования, на котором выпущено дополнительное количество продукции ($Ф_Б$), тыс. руб.	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
14 Удельная фаза повышенной работоспособности (P): – до внедрения мероприятий, P_1 ; – после внедрения мероприятий, P_2	0,64 0,78									
15 Годовая выработка одного работающего ($В_{1РАБ}$), тыс. руб.	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Окончание таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16 Средне-годовой ущерб, причиненный текучестью рабочей силы (\bar{P}_T), тыс. руб.	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172
17 Коэффициент текучести рабочих (K), %: – до внедрения мероприятий, K_1 ; – после внедрения мероприятий, K_2	22 15	23 16	24 17	25 18	26 19	27 20	28 21	29 22	30 23	31 24
18 Фонд рабочего времени одного работающего (Φ), ч	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020
19 Дополнительная заработная плата (D), %	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
20 Отчисление в фонд социального страхования, БелГосстрах ($O_{отч}$), %	34,6	34,6	34,6	34,6	34,6	34,6	34,6	34,6	34,6	34,6
21 Средний стаж работающих на предприятии (G_p), лет	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
22 Фактические потери рабочего времени по временной нетрудоспособности в год одного работающего ($P_{вр-ф}$), дни	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5	20,5

ЗАДАЧА 6. Определите размер возмещения ущерба, причиненного рабочему увечьем или иным повреждением здоровья, связанным с исполнением трудовых обязанностей. Сделать вывод об эффективности выполненных мероприятий. Исходные данные приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Исходные данные

Показатели	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Z_{CP.M.}$, руб.	2200	4400	3450	4500	2550	1600	3650	2700	4750	1800
K	1,21	1,41	1,32	1,45	1,25	1,10	1,42	1,23	1,35	1,12
$У$, %	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$П$, руб.	900	740	850	980	1100	745	950	855	960	870
$С$, %	20	–	20	–	–	20	–	10	–	25

Возмещение вреда состоит:

– в выплате денежных сумм в размере откорректированного заработка (или соответствующей его части) в зависимости от степени утраты трудоспособности вследствие данного трудового увечья;

– компенсации дополнительных расходов;

– выплате в установленных случаях единовременного пособия;

– возмещении морального вреда;

– возмещений расходов на погребение.

Размер возмещения утраченного заработка $P_{ВОЗМ}$ определяется следующим образом:

$$P_{ВОЗМ} = P_{УТР} - П - В, \text{ руб.}, \quad (1.32)$$

где $P_{УТР}$ – размер утраченного заработка пострадавшего, руб.; $П$ – назначенная пенсия по инвалидности, руб.; $В$ – размер вины пострадавшего, руб.

Размер утраченного заработка пострадавшего определяется следующим образом:

$$P_{УТР} = Z_{ОТК} \cdot \frac{У}{100}, \text{ руб.}, \quad (1.33)$$

где $Z_{ОТК}$ – откорректированный заработок пострадавшего, руб.; $У$ – утрата профессиональной трудоспособности по заключению МРЭК, %.

Откорректированный заработок пострадавшего определяется следующим образом:

$$Z_{ОТК} = Z_{CP.M.} \cdot K, \text{ руб.}, \quad (1.34)$$

где $Z_{CP.M.}$ – среднемесячная заработная плата рабочих и служащих в соответствующем месяце, руб.; K – индивидуальный коэффициент заработка пострадавшего.

Размер вины пострадавшего определяется следующим образом:

$$В = P_{УТР} \cdot \frac{С}{100}, \text{ руб.}, \quad (1.35)$$

где $С$ – степень вины потерпевшего, %.

ЗАНЯТИЕ 2

РАЗРАБОТКА КАРТЫ РИСКОВ

Цель занятия

Приобрести практические навыки разработки карты рисков.

Общие сведения

Одним из элементов новизны в управлении охраной труда является осуществление функции планирования и других видов деятельности по охране труда на основе выявления рисков повреждения здоровья при выполнении работы, их оценки. При этом *под риском* по СТБ ISO 45001-2020 «Системы менеджмента здоровья и безопасности при профессиональной деятельности» подразумевается сочетание вероятности возникновения опасного(ых) события(ий) или воздействия(ий), связанного(ых) с работой, и значимости травм и ухудшения состояния здоровья, которые могут быть вызваны этим(ими) событием(ями) или воздействием(ями).

Риски подразделяются на следующие категории:

1) базовый риск – неотъемлемый риск, присущий любой деятельности или ситуации и не учитывающий существующее управление риском;

2) остаточный риск – учитывает уровень риска деятельности или ситуации, находящейся под контролем организации. Риск данной категории применяется для измерения степени управления видом деятельности или ситуации;

3) приемлемый (допустимый) риск – риск, сниженный до уровня, который организация может допустить с учетом законодательных и иных обязательных требований, и собственной политики в области охраны труда;

4) неприемлемый (недопустимый) риск – риск, который организация не может допустить с учетом законодательных и иных обязательных требований, и собственной политики в области охраны труда и требуют разработки мер по управлению ими.

Для оценки риска необходимо наличие достоверных данных об опасностях, их природе и значимости в конкретных производственных условиях. Идентификация опасностей осуществляется с целью выявления и четкого описания всех опасностей по всем видам деятельности организации, включая плановую и внеплановую деятельность, для дальнейшей оценки и управления рисками.

Идентификация опасности – процесс осознания того, что опасность существует, и определение ее характерных черт. Идентификация опасностей на рабочих местах должна учитывать:

– ситуации, события, комбинации обстоятельств, которые приводили либо потенциально могут приводить к травме или профессиональному заболеванию работника;

– причины возникновения потенциальной травмы или заболевания, связанные с выполняемой работой, продукцией или услугой;

– сведения об имевших место травмах, профессиональных заболеваниях.

Выявленные посредством предыдущих операций риски необходимо оценить. Оценка риска предусматривает две стадии:

– анализ риска, состоящий в оценке величины риска;

– оценивание риска, состоящее в решении о допустимости риска и анализе вариантов его снижения.

Оценивание риска – процесс сравнения количественно оцененного риска с «установленными критериями для определения значимости риска и решения вопроса о его допустимости».

Для оценки рисков можно использовать классический метод. В этом случае оценка рисков рассчитывается по формуле

$$R = P \times S, \quad (2.1)$$

где R – риск, балл; P – вероятность возникновения опасности, балл; S – серьезность последствий воздействия опасности, балл.

Вероятность воздействия опасности P определяется по таблице 2.1 (в случае отсутствия статистических данных) и по таблице 2.2 (в случае наличия количественных характеристик (количество случаев на определенное количество операций или в год (годы) работы)).

Таблица 2.1 – Оценка вероятности возникновения опасности P

Значение P , балл	Вероятность	Описание
1	Минимальная	Вероятность возникновения является незначительной. Практически невозможно предположить, что подобный фактор может возникнуть
2	Умеренная	Вероятность возникновения остается низкой. Подобного рода условия возникают в отдельных случаях, но шансы для этого невелики
3	Существенная	Вероятность возникновения находится на среднем уровне. Условия для этого могут реально и неожиданно возникнуть
4	Значительная	Вероятность возникновения является высокой. Условия для этого возникают достаточно регулярно и/или в течение определенного интервала времени
5	Очень высокая	Вероятность возникновения является очень высокой. Условия обязательно возникают на протяжении достаточно продолжительного промежутка времени (обычно в условиях нормальной эксплуатации)

Таблица 2.2 – Оценка вероятности возникновения опасности P с использованием количественных характеристик

Значение P , балл	Вероятность	Количество случаев на операцию	Количество случаев в год (годы) работы
1	Минимальная	Меньше 1 случая на каждые 10 000 операций	1 случай за 10 лет работы
2	Умеренная	Меньше 1 случая на каждые 1 000 операций	1 случай за каждый год работы
3	Существенная	Меньше 1 случая на каждые 100 операций	1 случай за каждый месяц работы
4	Значительная	Меньше 10 случаев на каждые 100 операций	1 случай каждую неделю работы
5	Очень высокая	Один случай на каждую операцию	1 случай каждый рабочий день

Серьезность последствий воздействия опасности S определяется по таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Оценка серьезности последствий воздействия опасности S

Значение S , балл	Последствия воздействия опасности	Описание	
		работник	материал, ценности, производственная среда
1	Минимальные	Незначительное воздействие, первая медицинская помощь, микротравмы	Незначительное воздействие на оборудование или ход работы
2	Умеренные	Угроза жизни отсутствует, оформление формы Н-1, потеря трудоспособности сроком более 1 дня	Для устранения повреждений необходима дополнительная помощь или приостановка работы
3	Существенные	Присутствует потенциальный риск для здоровья, тяжелая травма	Необходимы значительные материальные вложения для устранения последствий
4	Значительные	Групповые несчастные случаи с тяжелыми последствиями; несчастный случай со смертельным исходом	Существенное воздействие на оборудование и ход работ
5	Катастрофические	Несколько несчастных случаев со смертельным исходом	Значимый ущерб для оборудования и окружающей среды

Исходя из значений P и S определяется категория риска по матрице классификации рисков (табл. 2.4).

Таблица 2.4 – Матрица классификации рисков

Значение S , балл	Риск R , балл				
	$P= 1$	$P= 2$	$P = 3$	$P= 4$	$P= 5$
1	2	3	4	5	6
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

Результаты оценки рисков переносит в карту идентификации опасностей и оценки рисков. Категории рисков подразделяются на следующие: низкие ($R < 6$); умеренные ($6 \leq R \leq 12$); высокие ($R > 12$).

Риски, отнесенные к категории «низкие», считаются допустимыми и управляемыми в соответствии с существующими в организации мерами (имеются в наличии необходимые процедуры и инструкции, оборудование поддерживается в технически исправном состоянии, своевременно проводится обучение, инструктаж и проверка знаний работников). Риски, отнесенные к категориям «умеренные», считаются допустимыми и управляемыми в соответствии с существующими в организации мерами (имеются в наличии необходимые процедуры и инструкции, оборудование поддерживается в технически исправном состоянии, своевременно проводится обучение, инструктаж и проверка знаний работников), но требуют постоянного контроля.

Риски, отнесенные к категории «высокие», считаются недопустимыми и требуют разработки мер по управлению ими.

Меры управления воздействием опасности делятся на три основных вида:

а) относящиеся к объектам:

- модернизация/замена опасного оборудования, технологии;
- установка блокировочных и предохранительных устройств;
- улучшение состояния полов и рабочих поверхностей, перил и ограждений;
- электрическая защита оборудования;
- применение средств коллективной защиты;
- проведение планово-предупредительных ремонтов, обслуживания, освидетельствования, диагностики транспортных средств, зданий и сооружений, производственного оборудования и т.п.;

б) относящиеся к процедурам:

- новые методы безопасного проведения работ и эксплуатации объектов;
- разработка руководств по эксплуатации и рабочих инструкций;
- разработка проектов производства работ и технологических карт;

– разработка процедур по ликвидации проливов и нейтрализации агрессивных жидкостей, реагирования в аварийных ситуациях, предотвращения несчастных случаев и т.д.;

в) относящиеся к персоналу:

– обучение, повышение квалификации, инструктаж, стажировка, учебно-тренировочные занятия;

– применение средств индивидуальной защиты и профилактики (смывающие и обезвреживающие средства, молоко и другие равноценные пищевые продукты, витаминные препараты, лечебно-профилактическое питание, подсоленная газированная вода);

– разработка мероприятий по защите временем (регламентированные перерывы в работе, установление режимов труда и отдыха, сокращенный рабочий день, дополнительные отпуска) и т.д.;

– проведение медицинских осмотров;

– усиление контроля за безопасным выполнением работ.

ЗАДАЧА. Изучить процедуру оценки рисков. В соответствии с вариантом задания (табл. 2.5) на основании реестра источников опасностей (опасных ситуаций) (табл. 2.6) разработать карту рисков для исследуемой профессии (должности).

Таблица 2.5 – Исходные данные для разработки карты рисков

№ варианта	Наименование профессии (должности)
1	Электромонтер ЛЭП
2	Машинист (оператор) котельной
3	Оператор станков с ЧПУ
4	Слесарь-сантехник
5	Кровельщик
6	Мастер по ремонту электроники
7	Мастер по ремонту электроприборов
8	Аккумуляторщик
9	Сварщик
10	Стропальщик
11	Инженер-конструктор
12	Термист
13	Крановщик
14	Оператор лазерного раскройного комплекса
15	Инженер КИП
16	Аппаратчик химической водоподготовки
17	Слесарь по обслуживанию тепловых сетей
18	Электрик по обслуживанию оборудования
19	Электромонтажник
20	Мастер цеха (по специальности)

Таблица 2.6 – Реестр источников опасностей (опасных ситуаций)

I Источники опасности (по ГОСТ 12.0.003-74), не исследуемые при проведении аттестации рабочих мест по условиям труда	
<i>1</i>	<i>2</i>
1	Движущиеся машины и механизмы
2	Повышенная (пониженная) температура поверхностей оборудования
3	Повышенная (пониженная) температура поверхностей материалов
4	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека
5	Подвижные части производственного оборудования
6	Передвигающиеся изделия, заготовки, материалы
7	Расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола)
8	Разрушающиеся конструкции
9	Обрушение грунта, пород
10	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок
11	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях инструментов и оборудования
II Источники опасности (по ГОСТ 12.0.003-74), исследуемые при проведении аттестации рабочих мест по условиям труда	
Виброакустические факторы	
<i>1</i>	<i>2</i>
12	Повышенный уровень шума на рабочем месте
13	Повышенный уровень вибрации
14	Повышенный уровень инфразвуковых колебаний
15	Повышенный уровень ультразвука
Химические, биологические факторы, пыль и аэрозоли	
16	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны
17	Контакт с вредными веществами
18	Воздействие патогенных микроорганизмов
Освещение рабочих мест	
19	Повышенная яркость света
20	Недостаточная освещенность рабочей зоны
21	Отсутствие или недостаток естественного света
22	Пониженная контрастность
23	Повышенная пульсация светового потока
24	Прямая и отраженная блескость
Микроклиматические условия	
25	Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны
26	Повышенная или пониженная влажность воздуха
27	Повышенная или пониженная подвижность воздуха

Окончание таблицы 2.6

Электромагнитные поля	
28	Повышенная напряженность электрического поля
29	Повышенная напряженность магнитного поля
30	Повышенный уровень статического электричества
Неионизирующие излучения	
31	Повышенный уровень электромагнитных излучений
32	Повышенный уровень ультрафиолетовой радиации
33	Повышенный уровень инфракрасной радиации
Ионизирующие излучения	
34	Повышенная или пониженная ионизация воздуха
Напряженность труда	
35	Умственное перенапряжение
36	Перенапряжение анализаторов
37	Монотонность труда
38	Эмоциональные перегрузки
Тяжесть труда	
39	Физические перегрузки статистические
40	Физические перегрузки динамические
III Идентифицированные опасные ситуации	
41	Нанесение травм другими лицами, животными, насекомыми и т.д.
42	Разлетающиеся частицы при обработке заготовки
43	Разрывающиеся детали при выполнении работы
44	Выход стопорного кольца диска при шиномонтажных работах
45	Неровная поверхность
46	Открытые проемы
47	Скользкая поверхность
48	Падение материалов, изделий, деталей, груза и др. предметов
49	Разбрызгивание расплавленного металла
50	Выброс едких веществ
51	Повышенное давление в баллонах с газами (разлетающиеся частицы при взрыве баллона, ударная волна)
52	Выступающие на поверхности предметы
53	Выступающие предметы, части объектов
54	Опасность действий для себя и окружающих при нахождении работника в состоянии алкогольного опьянения

Карта идентификации опасностей и оценки рисков

Профессия (должность): _____

Описание опасности	Мероприятия по управлению рисками	Оценка базового риска, балл			
		Серьезность после действий, S	Вероятность, P	Итоговая величина риска, R	Категория риска

Витебский государственный технологический университет

ЗАНЯТИЕ 3

РАСЧЕТ ЧИСЛЕННОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ СЛУЖБЫ ОХРАНЫ ТРУДА

Цель занятия

Приобрести практические навыки определения необходимой численности специалистов по охране труда на предприятии с учетом специфики деятельности предприятия или организации, характера и степени опасности производства и видов работ, других факторов, влияющих на безопасность труда.

Общие сведения

В соответствии с Законом «Об охране труда» и постановлением Министерства труда и социальной защиты от 30 сентября 2013 г. № 98 «Об утверждении Типового положения о службе охраны труда организации» (с изменениями) для организации работы по охране труда и осуществления контроля за соблюдением законодательства об охране труда наниматель в установленном законодательством порядке создает службу охраны труда, вводит в штат должность специалиста по охране труда или возлагает соответствующие обязанности по охране труда на уполномоченное им должностное лицо либо привлекает юридическое лицо (индивидуального предпринимателя), аккредитованное (аккредитованного) на оказание услуг в области охраны труда, в соответствии с законодательством.

Структура и численность службы охраны труда устанавливаются в зависимости от численности работников, характера и степени опасности факторов производственной среды и трудового процесса, наличия опасных производственных объектов, работ с повышенной опасностью. Нормативы численности специалистов по охране труда разрабатываются и утверждаются Министерством труда и социальной защиты Республики Беларусь.

В соответствии с Постановлением Министерства труда Республики Беларусь от 23 июля 1999 г. № 94 «Об утверждении нормативов численности специалистов по охране труда на предприятиях» нормативы численности специалистов по охране труда на предприятиях применяются субъектами хозяйствования независимо от наименования и форм собственности.

Нормативы численности учитывают следующие функции службы охраны труда:

- организацию и координацию работы в службе охраны труда;
- контроль за соблюдением законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда;
- оперативный контроль за состоянием охраны труда на предприятии;
- профилактику производственного травматизма;
- технический надзор за строящимися и реконструируемыми объектами в

части соблюдения норм охраны труда, участие в работе комиссий по контролю за состоянием охраны труда;

– участие в планировании мероприятий по охране труда, составление отчетности, ведение документации по охране труда;

– организацию пропаганды по охране труда, консультирование работников по вопросам охраны труда;

– организацию обучения, проверки знаний, проведение инструктажей по охране труда работников.

Направления деятельности работников службы охраны труда:

1. Контроль за соблюдением законодательных и иных нормативных правовых документов по охране труда (табл. 3.1).

2. Оперативный контроль за состоянием охраны труда на предприятии (табл. 3.2).

3. Организация работы по профилактике производственного травматизма (табл. 3.3).

4. Технический надзор за строящимися и реконструируемыми объектами в части соблюдения норм охраны труда, участие в работе комиссий по контролю за состоянием охраны труда (табл. 3.4).

5. Участие в планировании мероприятий по охране труда, составление отчетности по установленным формам и ведение документации (табл. 3.5).

6. Организация пропаганды по охране труда, консультирование работников по вопросам охраны труда (табл. 3.6).

7. Организация проведения обучения, проверки знаний, инструктажей работников предприятия по охране труда (табл. 3.7).

Норматив численности, получаемый из таблицы 3.7, состоит из результата сложения первого числа (учитывает вопросы обучения, проверки знаний, контроля) и произведения числа 0,012 на среднемесячную численность вновь принимаемых работников на предприятии (учитывает проведение вводного инструктажа). Под среднемесячной численностью вновь принимаемых работников на предприятии следует понимать всех работников, принимаемых ежемесячно на постоянную или временную работу, а также учащихся и студентов, проходящих производственную практику на предприятии, командированных работников других предприятий, выполняющих работы на предприятии, т.е. всех лиц, с которыми проводят вводный инструктаж.

8. В случае удаления подразделений друг от друга на расстояние от 0,5 до 1,5 км общая численность службы охраны труда $\times 1,2$; более 1,5 км – общая численность службы охраны труда $\times 1,4$.

9. При определении общей численности округление производится до целого числа.

Таблица 3.1 – Коэффициент для расчета численности работников охраны труда по направлению деятельности «Контроль за соблюдением законодательных и иных нормативных правовых документов по охране труда»

№ п/п	Среднесписочная численность работников на предприятии	Численность работников, занятых на рабочих местах с вредными и опасными условиями труда					
		до 100	101-350	351-500	501-1000	1001-3500	3501 и свыше
		Нормативная численность, чел.					
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	250-500	0,06	0,07	-	-	-	-
2.	501-750	0,07	0,08	0,09	-	-	-
3.	751-1000	0,08	0,09	0,10	0,12	-	-
4.	1001-1500	0,10	0,12	0,14	0,17	0,19	-
5.	1501-3000	0,14	0,17	0,20	0,24	0,27	-
6.	3001-5000	0,20	0,24	0,29	0,35	0,42	-
7.	5001-7500	0,28	0,32	0,38	0,45	0,56	0,65
8.	7501-10000	0,35	0,41	0,48	0,57	0,68	0,82
9.	10001-20000	0,65	0,72	0,79	0,93	1,03	1,13
10.	20001 и свыше	0,80	0,87	0,94	1,07	1,15	1,26
Индекс		а	б	в	г	д	е

Таблица 3.2 – Коэффициент для расчета численности работников охраны труда по направлению деятельности «Оперативный контроль за состоянием охраны труда на предприятии»

N п/п	Среднесписочная численность работников на предприятии	Численность работников, занятых на рабочих местах с вредными и опасными условиями труда					
		до 100	101-350	351-500	501-1000	1001-3500	3501 и свыше
		Нормативная численность, чел.					
1	2	3	4	5	6	7	8
При количестве самостоятельных структурных подразделений на предприятии до 5							
1.	250-500	0,26	0,29	-	-	-	-
2.	501-750	0,29	0,33	0,37	-	-	-
3.	751-1000	0,32	0,36	0,40	-	-	-

4.	1001-1500	0,38	0,43	0,49	0,55	-	-
5.	1501-3000	0,56	0,63	0,70	0,75	0,79	-
6.	3001-5000	0,80	0,87	0,96	0,99	1,05	-
7.	5001 и свыше	0,87	0,95	1,03	1,15	1,31	1,44
При количестве самостоятельных структурных подразделений на предприятии от 6 до 10							
8.	250-500	0,29	0,32	-	-	-	-
9.	501-750	0,32	0,36	0,40	-	-	-
10.	751-1000	0,35	0,42	0,45	-	-	-
11.	1001-1500	0,41	0,45	0,51	0,57	-	-
12.	1501-3000	0,59	0,65	0,72	0,79	0,82	-
13.	3001-5000	0,83	0,89	0,98	1,05	1,14	-
14.	5001-7500	0,90	0,99	1,12	1,34	1,41	1,54
15.	7501-10000	1,01	1,15	1,34	1,58	1,74	1,84
16.	10001 и свыше	1,45	1,62	1,78	1,89	2,14	2,53
При количестве самостоятельных структурных подразделений на предприятии от 11 до 20							
17.	250-500	0,40	0,44	-	-	-	-
18.	501-750	0,45	0,53	0,57	-	-	-
19.	751-1000	0,53	0,62	0,73	0,86	-	-
20.	1001-1500	0,62	0,73	0,86	0,94	1,02	-
21.	1501-3000	0,73	0,86	0,94	1,04	1,24	-
22.	3001-5000	0,86	0,94	1,05	1,32	1,53	1,77
23.	5001-7500	0,94	1,07	1,30	1,56	1,78	1,87
24.	7501-10000	1,25	1,38	1,59	1,80	1,87	2,15
25.	10001-20000	1,50	1,65	1,81	1,91	2,16	2,56
26.	20001 и свыше	1,80	1,90	2,05	2,20	2,50	3,00
При количестве самостоятельных структурных подразделений на предприятии от 21 до 50							
27.	250-500	0,46	0,50	-	-	-	-
28.	501-750	0,50	0,54	0,62	-	-	-
29.	751-1000	0,56	0,66	0,78	0,88	-	-
30.	1001-1500	0,65	0,79	0,97	1,26	1,36	-
31.	1501-3000	0,79	0,97	1,28	1,46	1,72	-

32.	3001-5000	0,97	1,28	1,47	1,72	1,89	2,01
33.	5001-7500	1,29	1,47	1,72	1,89	2,01	2,16
34.	7501-10000	1,47	1,73	1,89	2,01	2,16	2,50
35.	10001-20000	1,81	1,91	2,06	2,20	2,51	2,72
36.	20001 и свыше	1,91	2,15	2,20	2,52	2,75	3,15
При количестве самостоятельных структурных подразделений на предприятии от 51 до 125							
37.	250-500	0,50	0,56	-	-	-	-
38.	501-750	0,56	0,60	0,69	-	-	-
39.	751-1000	0,61	0,72	0,89	1,09	-	-
40.	1001-1500	0,74	0,89	1,11	1,38	1,56	-
41.	1501-3000	0,91	1,11	1,44	1,56	1,71	-
42.	3001-5000	1,11	1,44	1,56	1,80	2,01	2,38
43.	5001-7500	1,44	1,56	1,81	2,01	2,38	2,58
44.	7501-10000	1,70	2,01	2,09	2,55	2,79	3,14
45.	10001-20000	2,08	2,10	2,55	2,89	3,14	3,28
46.	20001 и свыше	2,12	2,55	2,90	3,16	3,30	3,80

Таблица 3.3 – Коэффициент для расчета численности работников охраны труда по направлению деятельности «Организация работы по профилактике производственного травматизма»

N п/п	Среднесписочная численность работников на предприятии	Численность работников, занятых на рабочих местах с вредными и опасными условиями труда					
		до 100	101-350	351-500	501-1000	1000-3500	3501 и свыше
		Нормативная численность, чел.					
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	250-500	0,13	0,14	0,16	-	-	-
2.	501-750	0,14	0,16	0,17	-	-	-
3.	751-1000	0,16	0,17	0,19	0,21	-	-
4.	1001-1500	0,19	0,21	0,24	0,27	-	-
5.	1501-3000	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	-
6.	3001-5000	0,40	0,43	0,46	0,51	0,54	-
7.	5001-7500	0,55	0,58	0,63	0,68	0,74	0,79

8.	7501-10000	0,70	0,75	0,80	0,86	0,93	1,02
9.	10001-20000	1,30	1,35	1,41	1,48	1,57	1,68
10.	20001 и свыше	1,60	1,65	1,71	1,79	1,88	1,99
Индекс		а	б	в	г	д	е

Таблица 3.4 – Коэффициент для расчета численности работников охраны труда по направлению деятельности «Технический надзор за строящимися и реконструируемыми объектами в части соблюдения норм охраны труда, участие в работе комиссий по контролю за состоянием охраны труда»

N п/п	Среднесписочная численность работников на предприятии	Количество самостоятельных структурных подразделений на предприятии				
		до 5	6-10	11-20	21-50	51-125
		Нормативная численность, чел.				
1	2	3	4	5	6	7
1.	250-500	0,18	0,21	0,24	0,27	0,30
2.	501-750	0,20	0,24	0,28	0,31	0,33
3.	751-1000	0,23	0,26	0,29	0,35	0,37
4.	1001-1500	0,27	0,31	0,34	0,42	0,61
5.	1501-3000	0,33	0,42	0,45	0,51	0,62
6.	3001-5000	-	0,49	0,61	0,70	0,75
7.	5001-7500	-	-	0,73	0,89	1,46
8.	7501-10000	-	-	-	1,28	1,67
9.	10001-20000	-	-	-	-	2,21
10.	20001 и свыше	-	-	-	-	2,24
Индекс		а	б	в	г	д

Таблица 3.5 – Коэффициент для расчета численности работников охраны труда по направлению деятельности «Участие в планировании мероприятий по охране труда, составление отчетности по установленным формам и ведение документации»

N п/п	Среднесписочная численность работников на предприятии	Количество самостоятельных структурных подразделений на предприятии				
		до 5	6-10	11-20	21-50	51-125
		Нормативная численность, чел.				

1	2	3	4	5	6	7
1.	250-500	0,13	0,15	0,19	0,20	0,23
2.	501-750	0,15	0,17	0,20	0,24	0,27
3.	751-1000	0,16	0,18	0,25	0,28	0,32
4.	1001-1500	0,19	0,22	0,26	0,33	0,43
5.	1501-3000	0,28	0,32	0,39	0,48	0,61
6.	3001-5000	-	0,47	0,56	0,69	0,88
7.	5001-7500	-	-	0,68	0,88	1,12
8.	7501-10000	-	-	-	0,89	1,38
9.	10001-20000	-	-	-	1,53	2,11
10.	20001 и свыше	-	-	-	1,60	2,20
Индекс		а	б	в	г	д

Таблица 3.6 – Коэффициент для расчета численности работников охраны труда по направлению деятельности «Организация пропаганды по охране труда, консультирование работников по вопросам охраны труда»

N п/п	Средне- списочная численность работников на предприятии	Количество самостоятельных структурных подразделений на предприятии				
		до 5	6-10	11-20	21-50	51-125
		Нормативная численность, чел.				
1	2	3	4	5	6	7
1.	250-500	0,16	0,18	0,21	0,23	0,27
2.	501-750	0,18	0,21	0,24	0,30	0,32
3.	751-1000	0,19	0,22	0,27	0,33	0,37
4.	1001-1500	0,23	0,26	0,32	0,40	0,51
5.	1501-3000	0,34	0,40	0,44	0,59	0,75
6.	3001 5000	-	0,56	0,67	0,83	1,07
7.	5001-7500	-	-	0,84	1,08	1,37
8.	7501-10000	-	-	-	1,38	1,79
9.	10001-20000	-	-	-	-	2,28
10.	20001 и свыше	-	-	-	-	2,40
Индекс		а	б	в	г	д

Таблица 3.7 – Коэффициент для расчета численности работников охраны труда по направлению деятельности «Организация проведения обучения, проверки знаний, инструктажей работников предприятия по охране труда»

N п/п	Среднесписочная численность работников на предприятии	Норматив численности
1	2	3
1.	250-500	0,14 + 0,012 x среднемесячная численность вновь принимаемых работников на предприятии
2.	501-750	0,18 + 0,012 x среднемесячная численность вновь принимаемых работников на предприятии
3.	751-1000	0,23 + 0,012 x среднемесячная численность вновь принимаемых работников на предприятии
4.	1001-1500	0,31 + 0,012 x среднемесячная численность вновь принимаемых работников на предприятии
5.	1501-3000	0,57 + 0,012 x среднемесячная численность вновь принимаемых работников на предприятии
6.	3001-5000	0,92 + 0,012 x среднемесячная численность вновь принимаемых работников на предприятии
7.	5001-7500	1,36 + 0,012 x среднемесячная численность вновь принимаемых работников на предприятии
8.	7501-10000	1,76 + 0,012 x среднемесячная численность вновь принимаемых работников на предприятии
9.	10001-20000	3,50 + 0,012 x среднемесячная численность вновь принимаемых работников на предприятии
10.	20001 и свыше	4,16 + 0,012 x среднемесячная численность вновь принимаемых работников на предприятии

ЗАДАЧА. Изучить нормативы численности специалистов по охране труда на предприятии и произвести расчет численности специалистов по охране труда на предприятии в соответствии с вариантом задания. Исходные данные для расчета представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Исходные данные для расчета численности специалистов

№ варианта	Среднесписочная численность работников	Численность работников, занятых на рабочих местах с вредными и опасными условиями труда	Количество самостоятельных структурных единиц предприятия	Среднемесячная численность вновь принимаемых работников	Удаление подразделений
1	2	3	4	5	6
1	621	112	14	10	0
2	731	212	25	20	0,5
3	841	350	35	30	1,0
4	955	450	45	40	1,5
5	1060	550	55	50	2,0
6	2120	600	65	60	2,5
7	3210	650	75	70	3,0
8	4350	700	85	80	0
9	5470	750	95	90	0,5
10	6520	800	100	100	1,0
11	7610	850	110	110	1,5
12	8780	900	120	120	2,0
13	9890	1000	130	130	2,5
14	10150	1500	200	150	3,0
15	621	200	10	10	0
16	731	250	20	20	0,5
17	841	300	30	30	1,0
18	955	350	40	40	1,5
19	1060	400	50	50	2,0
20	4500	450	70	60	2,5

ЗАНЯТИЕ 4

УЧЕТ И РАССЛЕДОВАНИЕ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Цель занятия

Ознакомиться с «Правилами расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»; приобрести навыки расследования несчастных случаев на производстве и оформления документов расследования.

Общие сведения

Производственный травматизм и профессиональные заболевания – это сложные многофакторные явления, обусловленные действием на человека в процессе его трудовой деятельности опасных и вредных факторов. Действие опасных факторов вызывает производственный травматизм, а действие вредных – острые или хронические профессиональные заболевания.

Травма – это нарушение анатомической целостности или физиологических функций тканей или органов человека, вызванное внезапным внешним воздействием.

Острое профессиональное заболевание (отравление) – заболевание, развившееся в результате воздействия вредного производственного фактора (факторов) в процессе трудовой деятельности в течение не более трех рабочих смен (дней).

Хроническое профессиональное заболевание (отравление) – заболевание, являющееся результатом длительного воздействия на работающего вредного производственного фактора (факторов), повлекшего временную или стойкую утрату профессиональной трудоспособности.

Несчастный случай на производстве по ГОСТ 12.0.002 «ССБТ Термины и определения» – это случай на производстве, в результате которого произошло воздействие на работающего опасного производственного фактора.

Несчастные случаи классифицируются по следующим признакам:

а) по тяжести последствий:

- микротравма;
- без тяжелых последствий;
- с тяжелыми последствиями;
- со смертельным исходом.

в) по количеству пострадавших:

- одиночные;
- групповые (2 и более пострадавших).

Основными причинами несчастных случаев с тяжелыми последствиями явились:

- нарушение потерпевшим трудовой и производственной дисциплины, инструкций по охране труда – 28 %;

- невыполнение руководителями и специалистами обязанностей по охране труда – 18 %;
- недостатки в обучении и инструктировании потерпевшего по охране труда – 11 %;
- нарушение требований безопасности при эксплуатации транспортных средств, машин, механизмов, оборудования – 6 %;
- неудовлетворительное содержание и недостатки в организации рабочих мест – 4 %;
- алкогольное, наркотическое или токсическое опьянение – 5 %.

Причины травматизма и профессиональных заболеваний подразделяют на организационные, технические, санитарно-гигиенические, психофизиологические.

Организационные причины травматизма и профзаболеваний целиком зависят от уровня организации труда на предприятии – отсутствие или неудовлетворительное проведение обучения и инструктажа, отсутствие проекта производства работ, несоблюдение режима труда и отдыха, неправильная организация рабочего места, отсутствие, неисправность или несоответствие условиям работы средств индивидуальной защиты, неудовлетворительный надзор за производством работ и т. д.

Технические причины травматизма и профзаболеваний можно характеризовать как причины, не зависящие от уровня организации труда на предприятии: конструктивные недостатки оборудования, инструментов и приспособлений, несовершенство технологических процессов, средств сигнализации и блокировок и т. д.

Санитарно-гигиенические причины вызваны: неблагоприятными метеорологическими условиями труда, повышенными уровнями шума, вибрации, концентрациями вредных веществ в воздухе рабочей зоны, наличием вредных излучений, нерациональным освещением и т. д.

Психофизиологические причины обусловлены физическими и нервно-психическими перегрузками, нервно-эмоциональным перенапряжением, несоответствием условий труда анатомо-физиологическим особенностям работающего, неудовлетворительным психологическим климатом в коллективе и др.

Учет и расследование несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний регламентируется специальными Правилами, утвержденными Советом Министров Республики Беларусь от 15.01.2004 №30 (с изменениями). Заполнение пунктов акта осуществляется путем ответов на поставленные вопросы с учетом подстрочных пояснений.

Все даты кодируются 8 цифрами: первые две цифры показывают дату, следующие две цифры обозначают месяц в году, затем следует четырехзначное число года. Например: 6 мая 1999 г. кодируется 06051999. Часы и минуты кодируются четырьмя цифрами (первые две цифры показывают часы, далее две цифры показывают минуты). Например: 8 часов 15 минут кодируется 0815; 13 часов 5 минут кодируется 1305.

Пол кодируется: мужской – цифрой 1, женский – цифрой 2. Возраст кодируется количеством полных лет потерпевшего на момент несчастного случая.

Общий стаж работы, стаж работы по профессии (должности), при выполнении которой произошел несчастный случай, кодируется количеством полных лет работы (двумя цифрами), а если стаж не превышает 1 года, то в текстовой части отмечается количество месяцев и дней, а в кодовой части акта проставляется 00 (два нуля).

Количество полных часов, отработанных от начала рабочего дня (смены) до несчастного случая, кодируется двузначным числом.

Вид происшествия, причины несчастного случая кодируются в соответствии с классификацией видов происшествий, приведших к несчастному случаю.

Код

0100 Дорожно-транспортное происшествие

В том числе:

0101 на транспорте организации

0102 на общественном транспорте

0103 на личном транспорте

0104 наезд на потерпевшего транспортного средства

0200 Падение потерпевшего

В том числе:

0201 с высоты

0202 во время передвижения

0203 в колодцы, ямы, траншеи, емкости и т.п.

0300 Падение, обрушение конструкций зданий и сооружений, обвалы предметов, материалов, грунта и т.п.

0400 Воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов, деталей и тому подобное

0500 Поражение электрическим током

0600 Воздействие экстремальных температур

0700 Воздействие вредных веществ

0800 Воздействие ионизирующих излучений

0900 Физические перегрузки

1000 Нервно-психические нагрузки

1100 Повреждения в результате контакта с представителями флоры и фауны (животные, птицы, насекомые, ядовитые растения и т.п.)

1200 Утопление

1300 Асфиксия

1400 Отравление

1500 Нанесение травмы другим лицом

1600 Стихийные бедствия

1700 Взрыв

1800 Пожар

1900 Прочие

Нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения кодируется цифрой 1 – при наличии, 0 – при отсутствии. Диагноз заболевания заполняется и кодируется согласно шифру, указанному в листке нетрудоспособности.

Классификация причин несчастного случая:

0100 Конструктивные недостатки, несовершенство, недостаточная надежность средств производства (машин, механизмов, оборудования, оснастки, инструмента, транспортных средств)

0200 Несовершенство, несоответствие требованиям безопасности технологического процесса

0300 Отсутствие, некачественная разработка проектной документации на строительство, реконструкцию производственных объектов, сооружений, оборудования

0400 Нарушение требований проектной документации

0500 Техническая неисправность машин, механизмов, оборудования, оснастки, инструмента, транспортных средств

0600 Эксплуатация неисправных машин, механизмов, оборудования, оснастки, инструмента, транспортных средств

0700 Нарушение требований безопасности при эксплуатации транспортных средств, машин, механизма оборудования, оснастки, инструмента

0800 Неудовлетворительное содержание и недостатки в организации рабочих мест

0900 Неудовлетворительное техническое состояние зданий, сооружений, территории

1000 Нарушение правил пожарной безопасности

1100 Нарушение правил дорожного движения

1200 Отсутствие, неэффективная работа средств коллективной защиты

1300 Нарушение технологического процесса

1400 Привлечение потерпевшего к работе не по специальности

1500 Допуск потерпевшего к работе без обучения, стажировки, проверки знаний и инструктажа по охране труда

1600 Недостатки в обучении и инструктаже потерпевшего по охране труда

1700 Непроведение или некачественное проведение медицинского осмотра потерпевшего

1800 Нарушение требований безопасности труда другими работниками

1900 Отсутствие или неполное отражение требований охраны труда в должностных обязанностях руководителей и специалистов

2000 Невыполнение руководителями и специалистами обязанностей по охране труда

2100 Отсутствие у потерпевшего средств индивидуальной защиты

2200 Неисправность выданных потерпевшему средств индивидуальной защиты

2300 Неудовлетворительное состояние производственной среды

В том числе:

2301 недостаточная освещенность

2302 повышенные уровни шума, вибрации

2303 повышенные уровни вредных излучений

2304 повышенные запыленность и загазованность

2305 повышенные или пониженные температура, влажность и

подвижность воздуха рабочей зоны

2400 Нарушение потерпевшим трудовой дисциплины, требований нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных актов по охране труда

2500 Неприменение потерпевшим выданных ему средств индивидуальной защиты

2600 Нахождение потерпевшего в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения

2700 Низкая нервно-психическая устойчивость потерпевшего

2800 Неудовлетворительный психологический климат в коллективе

2900 Несоответствие психофизиологических данных или состояния здоровья потерпевшего выполняемой работе

3000 Противоправные действия других лиц

3100 Прочие

ЗАДАЧА. Изучить правила заполнения актов расследования несчастных случаев. В соответствии с описанием производственной ситуации, при которой произошел несчастный случай и в соответствии с Правилами расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний составить Акты по форме Н-1 или НП (приложение А, Б).

Описание производственной ситуации, при которой произошел несчастный случай

Ситуация 1 – При заточке инструмента на заточном станке во время работы разорвался наждачный круг, и работник получил травму.

Ситуация 2 – Работник получил травму при изготовлении предметов мебели для личных целей. Эту работу он выполнял на универсальном деревообрабатывающем станке, с которого накануне было снято ограждение, так как проводился плановый осмотр станка.

Ситуация 3 – Обсуждение производственных вопросов переросло в ссору между мастером А. и технологом Б., в результате которой А. упал и получил травму колена в виде нескольких царапин.

Ситуация 4 – Курьер организации во время разноски документов споткнулась на межэтажной лестнице. В результате падения наступил перелом левой ноги.

Ситуация 5 – Работник первой смены Н. из-за плохого самочувствия не смог полностью справиться с полученным заданием. Н. решает самовольно

остаться на вторую смену с целью закончить работу. При выполнении работ на фрезерном станке он получил травму руки.

Ситуация 6 – Стружкой от обрабатываемой детали рабочий-станочник получил царапину на пальце (микротравму), не вызвавшую ни потери трудоспособности, ни необходимости перевода его на другую работу.

Ситуация 7 – Рабочий в состоянии алкогольного опьянения подошел к вентиляционной шахте. В результате стробоскопического эффекта не смог различить, что лопасти вентилятора вращаются и, как следствие, получил травму. Часть люминесцентных ламп в светильниках общего освещения не работала.

Ситуация 8 – Во время ремонтных работ на высоте рабочему Н. понадобился гаечный ключ №24. В результате коррозии гайка не откручивалась, и Н. решил использовать кусок металлической трубы в качестве рычага. При откручивании гайки ключ сорвался, а Н. потерял равновесие и упал вниз, получив травму позвоночника.

Ситуация 9 – Во время работ по уборке территории предприятия инженер-конструктор В. занозил руку, рана показалась незначительной, поэтому в медпункт не обращался. Через несколько дней рана загноилась, что в конечном итоге привело к потере трудоспособности на несколько дней. Рукавицы, которые были выданы В. в момент целевого инструктажа, находились в кармане пиджака пострадавшего.

Ситуация 10 – После внесения изменений в технологический процесс, скорость вращения режущего инструмента увеличилась. Во время работы инструмент сломался, а отлетевший осколок травмировал глаз рабочему. Изменение технологического процесса не было согласовано с профкомом и службой охраны труда.

Ситуация 11 – Во время обеденного перерыва в столовой программист Х. пролил горячий чай, в результате чего получил ожог второй степени на внутренней стороне бедра.

Ситуация 12 – Электромонтёр Х. по эксплуатации распределительных сетей при выполнении работ по устранению обрыва провода в пролётах опор, направляясь вдоль трассы ВЛ к опоре для осмотра, поскользнулся и упал в канаву с талой водой и снегом. В результате чего получил закрытый перелом правой головки плечевой кости.

Ситуация 13 – Аппаратчик химводоочистки Б. при передвижении по производственному помещению котельной для выполнения работ по взятию проб котловой воды на химический анализ поскользнулся, потерял равновесие и упал. В результате чего получил закрытый перелом малоберцовой кости правой стопы, вывих головки левой плечевой кости и ушибы.

Ситуация 14 – Бригада выполняла работы по снятию верхнего слоя грунта над местом повреждения кабельной линии с применением спецтехники. Электромонтёры по монтажу и ремонту кабельной линии Р. и Н. спустились в траншею для дальнейшей раскопки земли вручную. При обрушении грунта с бордюрным камнем электромонтер Н. успел покинуть траншею,

электромонтера Р. придавило бордюрным камнем к противоположной стенке. В результате чего он получил закрытый перелом левой боковой массы крестца без смещения, закрытый перелом ветвей лонной и седалищных костей, ссадины и ушибы.

Ситуация 15 – Монтажник строительных конструкций С. выполнял работы по демонтажу тепловой изоляции в ночную смену. При передвижении с членами бригады по территории организации к бытовому городку монтажник строительных конструкций С. попал под ливневый дождь. Он побежал к укрытию, пересекая лужу, наступил на камень, в результате чего он получил закрытый травматический разрыв левого пяточного сухожилия.

Ситуация 16 – Слесарь тепловых сетей Д. самовольно спустился в подвал и начал осматривать внутридомовые коммуникации. На указания старшего мастера не реагировал, в результате слесарь тепловых сетей Д. оступился в приямок ввода теплосети в дом, в котором была горячая вода. В результате чего он получил термический ожог области голеностопного сустава 1-2 степени.

Ситуация 17 – Электромонтер Г. самовольно без получения распоряжения принял решение провести осмотр КВЛ 6-10 кВ. Электромонтер Г. сам взял лестницу и направился к опоре, находящейся под напряжением. При приближении на недопустимое расстояние к находящимся под напряжением токоведущим частям получил травмы, несовместимые с жизнью.

ЗАНЯТИЕ 5

ОЦЕНКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

Цель работы

Изучить основные принципы нормирования метеорологических условий в производственных помещениях, провести оценку параметров микроклимата на рабочих местах и сравнить полученные данные с требованиями гигиенического норматива «Микроклиматические показатели безопасности и безвредности на рабочих местах» (Постановление Совета министров республики Беларусь 25 января 2021 г. № 37).

Общие сведения

Оптимальные микроклиматические условия устанавливаются по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Холодный период года – период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха равной +10 °С и ниже.

Теплый период года – период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10 °С.

Среднесуточная температура наружного воздуха – средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определённые часы суток через одинаковые интервалы времени.

Терморегуляция – это совокупность физиологических и химических процессов в организме человека, направленных на поддержание температуры тела в пределах 36,6 °С.

Под конвекцией понимается непосредственная отдача тепла с поверхности человеческого тела прилегающим к нему нагретым слоям воздуха.

Отдача тепла излучением происходит в направлении поверхностей с более низкой, чем у человеческого тела, температурой.

На долю испарения в состоянии покоя в комфортных метеорологических условиях приходится 22–29 % всей теплоотдачи человека (в среднем 25 %).

Под *эффективной температурой* (ЭТ) понимают температуру насыщенного неподвижного воздуха, обладающего такой же охлаждающей способностью, как воздух с заданными значениями температуры и влажности.

Под *эквивалентно-эффективной температурой* (ЭЭТ) понимают температуру неподвижного насыщенного воздуха, который создает то же тепловое ощущение или обладает той же охлаждающей способностью, как и воздух с заданными оптимальными параметрами температуры, влажности и скорости движения воздуха.

На рисунке 5.1 изображена номограмма, по которой можно определить значения ЭТ и ЭЭТ для разнообразных сочетаний параметров микроклимата на рабочих местах.

Для оценки параметров микроклимата используются следующие приборы:

1. *Термометры*. Измерение температуры на рабочих местах и вообще в рабочей зоне, как правило, проводят на высоте 1,0–1,5 м от рабочей площадки, а при значительном изменении температуры воздуха по высоте – дополнительно на уровне ног человека (0,1–0,3 м).

2. *Психрометры*. Стационарный психрометр Августа состоит из двух одинаковых ртутных термометров: сухого и влажного. Резервуар влажного термометра окутан батистом или другой достаточно гигроскопичной материей (марля, кисея), конец которой в виде неплотного жгута опущен в наполненный дистиллированной водой стаканчик. Сухой термометр показывает температуру окружающего воздуха, влажный – более низкую температуру, вследствие испарения воды с поверхности его резервуара.

3. *Анемометры*. При замерах скоростей (0,5–5 м/с) и однонаправленном движении воздуха применяют крыльчатые анемометры. К каждому прибору прилагаются два тарировочных графика; для измерения скоростей потока до 1 и 1–5 м/с с порогом чувствительности 0,2 м/с (рис. 5.2). Для измерения малых скоростей (менее 0,5 м/с) применяют дифференциальные микроанемометры и электроанемометры.

4. *Барометры*. В практике метеорологических наблюдений для измерения атмосферного давления применяют барометры-анероиды разных моделей, имеющих анероидную коробку, деформирующуюся с изменением атмосферного давления. Деформация с помощью передаточного механизма приводит в движение стрелку, перемещающуюся на неподвижном циферблате.

ЗАДАЧА. Получить практические навыки работы с приборами для измерения параметров микроклимата, провести оценку параметров микроклимата на рабочем месте и сравнить полученные данные с требованиями гигиенического норматива «Микроклиматические показатели безопасности и безвредности на рабочих местах» (Постановление Совета министров республики Беларусь 25 января 2021 г. № 37) и разработать мероприятия по улучшению параметров микроклимата.

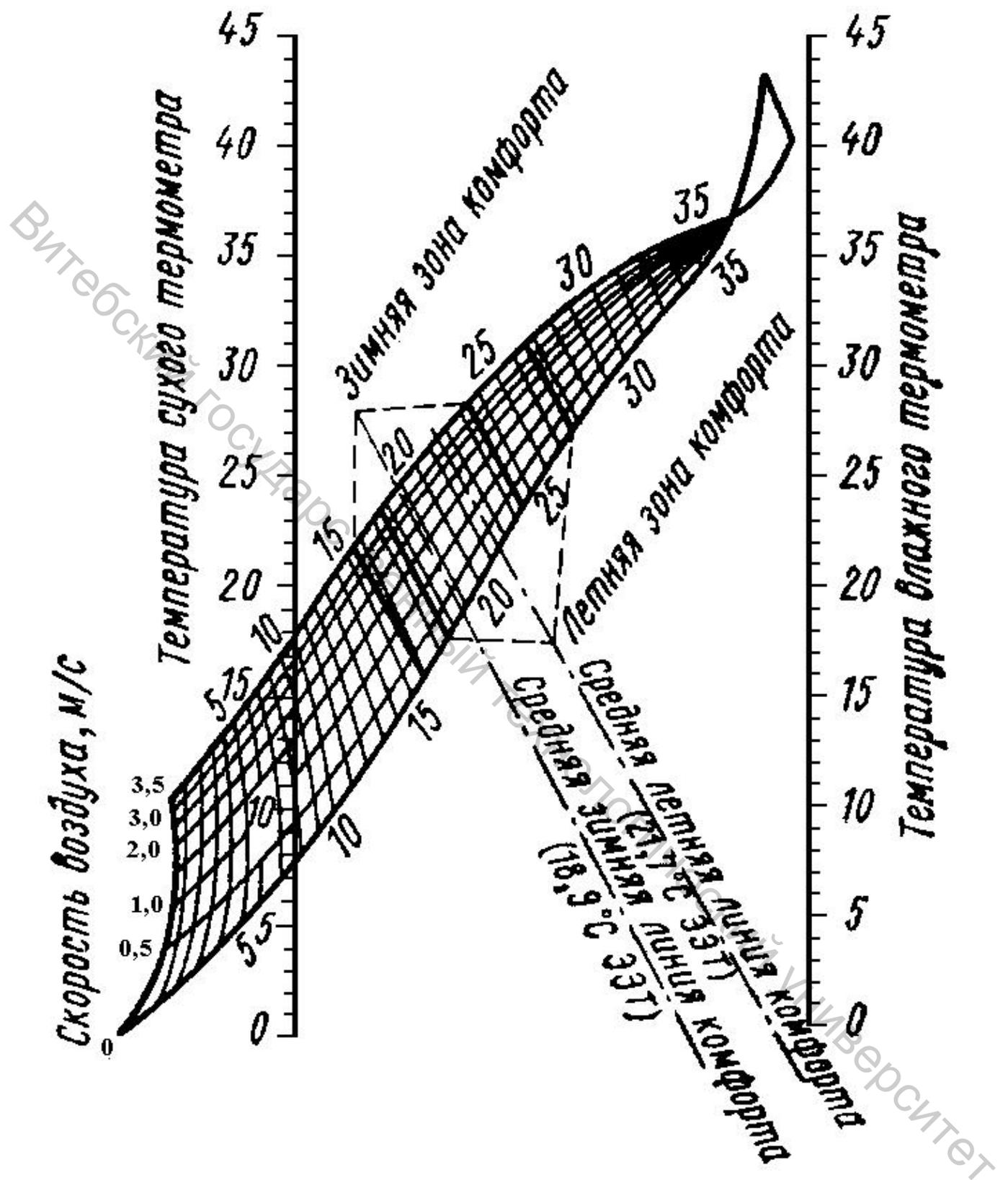


Рисунок 5.1 – Номограмма эквивалентно-эффективных температур

Витебский государственный университет

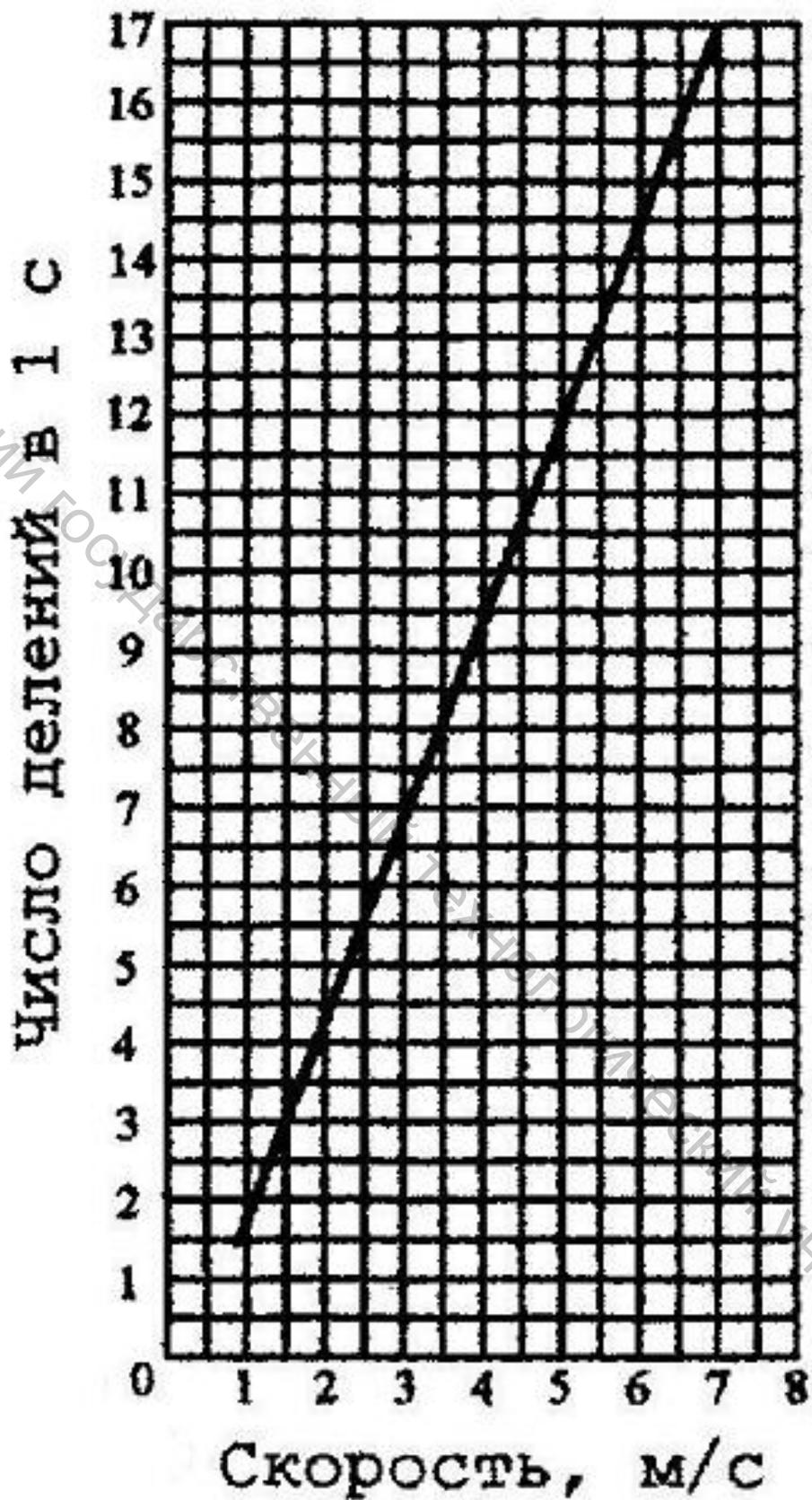


Рисунок 5.2 – Тарировочный график для определения скорости движения воздуха анемометром

Порядок проведения оценки параметров микроклимата

1. Определить температуру воздуха в помещении на высоте 1,0 м от пола по термометру.
2. Определить температуру воздуха в помещении на высоте 0,1 м от пола по термометру.
3. Определить перепад температуры по высоте помещения.
4. Определить температуру воздуха на высоте 1,0 м от пола по термометру, установленному на стене с оконными проемами.
5. Найти разность температуры воздуха по горизонтали помещения.
6. Определить показания влажного и сухого термометров стационарного психрометра при неподвижном воздухе и определить относительную влажность воздуха в помещении, используя тарировочный график на психрометре.
7. Определить атмосферное давление по барометру.
8. По номограмме определить эффективную температуру воздуха, которой соответствует точка пересечения прямой, соединяющей показания сухого и влажного термометров с нижней кривой (скорость движения воздуха равна нулю).
9. Создавая скорости движения воздуха от 1 м/с до 5 м/с, определить показания сухого и влажного термометров стационарного психрометра при каждом значении скорости воздушного потока (обдув сухого и влажного термометров психрометра производить не менее 1 минуты до снятия показаний психрометра).
10. По номограмме определить эффективные и эффективно-эквивалентные температуры воздуха (с учетом скорости движения воздуха).
11. Результаты всех замеров и внести в таблицы 5.3 и 5.4 протокола оценки параметров микроклимата.
12. В таблице 5.3 сделать вывод о соответствии измеренных параметров микроклимата требованиям гигиенического норматива (табл. 5.1 и 5.2).

Таблица 5.1 – Оптимальные значения параметров микроклимата на рабочих местах производственных и офисных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia	22–24	21–25	60–40	0,1
	Iб	21–23	20–24	60–40	0,1
	IIa	19–21	18–22	60–40	0,2
	IIб	17–19	16–20	60–40	0,2
	III	16–18	15–19	60–40	0,3
Теплый	Ia	23–25	22–26	60–40	0,1
	Iб	22–24	21–25	60–40	0,1
	IIa	20–22	19–23	60–40	0,2
	IIб	19–21	18–22	60–40	0,2
	III	18–20	17–21	60–40	0,3

Таблица 5.2 – Допустимые значения параметров микроклимата на рабочих местах производственных и офисных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температуры воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температуры воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Ia	20,0–21,9	24,1–25,0	19,0–26,0	15–75	0,1	0,1
	Iб	19,0–20,9	23,1–24,0	18,0–25,0	15–75	0,1	0,2
	IIa	17,0–18,9	21,1–23,0	16,0–24,0	15–75	0,1	0,4
	IIб	15,0–16,9	19,1–22,0	14,0–23,0	15–75	0,2	0,3
	III	13,0–15,9	18,1–21,0	12,0–22,0	15–75	0,2	0,4
Теплый	Ia	21,0–22,9	25,1–28,0	20,0–29,0	15–75	0,1	0,2
	Iб	20,0–21,9	24,1–28,0	19,0–28,0	15–75	0,1	0,3
	IIa	18,0–19,9	22,1–27,0	17,0–28,0	15–75	0,1	0,4
	IIб	16,0–17,9	21,1–27,0	15,0–28,0	15–75	0,2	0,5
	III	15,0–16,9	20,1–26,0	14,0–27,0	15–75	0,2	0,5

Перепад температуры воздуха по высоте рабочей зоны при всех категориях работ допускается до 3 °С. Колебания температуры воздуха по горизонтали в рабочей зоне, а также в течение смены допускаются до 4 °С – при легких работах, до 5 °С – при средней тяжести работах и до 6 °С – при тяжелых работах

Таблица 5.3 – Результаты проведения оценки параметров микроклимата на рабочих местах

Наименование параметра или положения	Размерность параметра	Параметры микроклимата		Результат оценки	Краткий вывод по соответствию НПА
		оптимальные	допустимые		
Температура воздуха на высоте 1,0 м	°С				
Температура воздуха на высоте 0,1 м	°С				
Перепад температуры воздуха по высоте помещения	°С				
Температура воздуха на высоте 1,0 м	°С				
Разность температуры воздуха по горизонтали	°С				
Относительная влажность воздуха на высоте 1,5 м от пола	%				
Атмосферное давление	мм рт. ст.				

Таблица 5.4 – Оценка влияния скорости движения воздуха в помещении на эффективно-эквивалентную температуру воздуха

Наименование параметра	Скорость движения воздуха, м/с					
	0					
Показания сухого термометра (стационарный психрометр), °С						
Показания влажного термометра (стационарный психрометр), °С						
Эффективная температура воздуха, °С		--	--	--	--	--
Эффективно-эквивалентная температура воздуха, °С	--					

ЗАНЯТИЕ 6

ОЦЕНКА ЗАПЫЛЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Цель работы

Ознакомиться с общими характеристиками пылей. Изучить основные принципы нормирования пылей, получить практические навыки оценки концентрации пыли в воздухе, провести санитарную оценку запыленности производственной среды и сравнить полученные данные с требованиями гигиенических нормативов «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Предельно допустимые уровни загрязнения кожных покровов вредными веществами» (Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 11 октября 2017 г. № 92).

Общие сведения

Некоторые технологические процессы в легкой, текстильной и машиностроительной и других отраслях народного хозяйства сопровождаются выделением пыли, отрицательно воздействующей на организм человека, в основном на органы дыхания, а также создающей опасность возникновения пожаров и взрывов на производстве, загрязняющей атмосферу. Человек в состоянии покоя за 1 мин вдыхает 6–8 л воздуха, при работе этот объем увеличивается и может достигать 100–120 л/мин. Поэтому присутствие даже небольших количеств вредных веществ в воздухе рабочей зоны может привести к отравлениям и заболеваниям человека.

Пыль – мельчайшие частицы твердого вещества, взвешенные в воздухе, образующиеся либо при механической обработке, а также дробления и измельчения вещества (аэрозоли дезинтеграции), либо при конденсации в воздухе паров вещества (аэрозоли конденсации).

Промышленные пыли (аэрозоли) – это тонкодисперсные частицы, образующиеся при различных производственных процессах и способные длительное время находиться в воздухе во взвешенном состоянии.

По степени дисперсности пыль можно разделить на:

1. Пыль-аэрозоль, состоящую из пылинок размером более 10 мкм, оседающих в неподвижном воздухе с возрастающей скоростью и недиффундирующих.

2. Туман-аэрозоль, состоящий из пылевых частиц размером от 10 до 0,1 мкм, оседающих в воздухе с постоянной скоростью.

3. Дым аэрозоль, состоящий из пылевых частиц размером не превышающим 0,1 мкм и менее, находящиеся в постоянном броуновском движении и энергично диффундирующие. Пыль такой крупности почти не оседает и по своим свойствам приближается к молекулам газа.

Размеры пылевых частиц, взвешенных в воздухе, могут быть различными, но в большинстве случаев диапазоны их примерно следующие: до 1 мкм – 70–50 %, 1–5 мкм – 20–30 %, 6–10 мкм – 5–10 % и более 10 мкм 5–10 %. Чем меньше размеры частиц пыли, тем глубже она проникает в легкие человека, поэтому наиболее опасна пыль с размерами частиц менее 5 мкм.

Степень вредного воздействия пыли на организм человека зависит от количества вдыхаемой пыли, степени дисперсности пылинок, их твердости, формы и электрозаряженности, а также химического состава и растворимости в воде и биологических средах. Количество вдыхаемой пыли зависит от степени запыленности воздуха.

По характеру воздействия на организм человека производственная пыль подразделяется на *раздражающую и токсичную*.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – концентрация вредного вещества, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов и не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа не должна вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. Воздействие вредного вещества на уровне ПДК не исключает нарушения состояния здоровья у лиц с повышенной чувствительностью. ПДК вредного вещества устанавливается в виде максимально разовой (далее, если не указано иное, – ПДК_{мр}) и (или) среднесменной (далее, если не указано иное, – ПДК_{сс}).

Предельно допустимый уровень загрязнения кожных покровов вредными веществами (если не указано иное – ПДУ) – установленное исследованиями максимальное количественное значение содержания вредного вещества на кожных покровах с позиций его безопасности и (или) безвредности для работника.

Производственные помещения – замкнутые пространства в производственных и вспомогательных зданиях и сооружениях, в которых в течение рабочего дня (рабочей смены) осуществляется трудовая деятельность людей.

Рабочая зона – пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на котором находятся места постоянного (более 50 % или более 2 часов непрерывно) или временного пребывания работников; при выполнении работ в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны являются максимально разовыми. При отсутствии утвержденного значения ПДК временно можно пользоваться величиной ОБУВ (ориентировочно безопасного уровня воздействия). Величины ПДК приведены в гигиенических нормативах «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Предельно допустимые уровни загрязнения кожных

покровов вредными веществами» (Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 11 октября 2017 г. № 92).

Предельно допустимые концентрации пыли некоторых веществ приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Предельно допустимые концентрации пыли некоторых веществ

№ п/п	Наименование	Величина ПДК, мг/м ³	Класс опасности
1	2	3	4
2	Алюминия оксид в виде аэрозоля дезинтеграции (электрокорунд в смеси со сплавом никеля до 15 %)	4	3
3	Алюминия оксид в виде аэрозоля дезинтеграции (глинозем, электрокорунд, монокорунд)	6	4
4	Доломит	6	4
5	Оксид железа	6	4
6	Зола	6	4
7	Канифоль	4	3
8	Кремний диоксид кристаллический при содержании в пыли от 2 до 10 %	4	3
9	Органопластики	2	3
10	Пыль торфа	4	4
11	Пыль растительного и животного происхождения: – лубяная, хлопчатобумажная хлопковая, льняная, шерстяная, пуховая и др. (с примесью SiO ₂ более 10 %) – древесная и др. (с примесью SiO ₂ менее 2 %)	2 6	4 4
12	Полиэтен	10	4
13	Сварочный аэрозоль (Марганца оксиды в пересчете на марганец диоксид в виде аэрозоля дезинтеграции)	0,3	2
14	Чугун в смеси с электрокорундом до 30 %	6	4

Для санитарно-гигиенической оценки пыли на производстве необходимо знать:

- 1) количество пылинок в 1 см³ воздуха;
- 2) размер, форму, дисперсный состав;
- 3) растворимость;
- 4) электрoзаряженность;
- 5) удельную поверхность;
- 6) взрывчатые свойства пыли;
- 7) химический состав;
- 8) содержание оксида кремния.

К мероприятиям по борьбе с загрязнением воздуха пылью и защите организма человека от ее воздействия относятся:

– рационализация технологических процессов, устраняющая образование пыли, паров или газов и удаляющая вредные вещества из технологического процесса;

– герметизация оборудования или его капсуляция;

– улавливание и нейтрализация промышленных выбросов;

– устройство общеобменных и местных вентиляционных систем;

– санитарно-гигиеническое содержание производственных помещений и выполнение работающими правил личной гигиены;

– использование индивидуальных средств защиты и ношение спецодежды;

– профессиональный отбор лиц для работы во вредных цехах и их периодический медицинский осмотр.

Для оценки запыленности воздуха необходимо вначале отобрать пробу воздуха из рабочей зоны, а затем выделить из нее пыль для дальнейшего исследования. Запыленность воздуха можно определить весовым, счетным, электрическим и фотоэлектрическим методами, экспресс-методами. В экспресс-методах используются различные газоанализаторы (УГ1, УГ2 и др.), имеющие набор индикаторных трубок с порошком, меняющим цвет в соответствии с количеством вредных примесей в воздухе.

Весовой метод служит для определения массы пыли, содержащейся в единице объема воздуха. Для этого взвешивают специальный фильтр до и после протягивания через него некоторого объема запыленного воздуха, а затем подсчитывают массу пыли. Недостатком весового метода является то, что он не дает представления о качественной характеристике пыли, без которой невозможна полная гигиеническая оценка запыленности. Одно и то же весовое количество пыли может быть при наличии в воздухе небольшого числа крупных частиц и множества мелких, а с точки зрения поведения пыли в воздухе и воздействия ее на организм человека эти случаи совершенно различны.

ЗАДАЧА. Изучить весовой метод оценки запыленности производственных помещений. В соответствии с заданием провести оценку запыленности помещения, сравнить с ПДК и разработать мероприятия по снижению запыленности.

Весовая концентрация пыли ($\text{мг}/\text{м}^3$) определяется выражением

$$Q = \frac{M_{\phi}^{п.о.} - M_{\phi}^{д.о.}}{V_o}, \quad (6.1)$$

где $M_{\phi}^{п.о.}$ – масса фильтра после отбора пробы, мг; $M_{\phi}^{д.о.}$ – масса фильтра до отбора пробы, мг; V_o – объем воздуха, прокаченного через фильтр,

приведенный к нормальным условиям, т.е. к такому объему, который он занимал бы при температуре 0 °С и давлении 760 мм ртутного столба.

$$V_0 = \frac{V_t \cdot 273 \cdot B}{(273 + t) \cdot 760}, \quad (6.2)$$

где V_t – объем воздуха, прокаченного через фильтр при температуре и давлении B ; B – барометрическое давление в месте отбора пробы, мм рт. ст.; t – температура воздуха в месте отбора пробы, °С.

Порядок проведения оценки запыленности

- 1 Определить температуру воздуха в помещении.
- 2 Определить барометрическое давление в помещении в мм рт. ст.
- 3 По формуле (6.2) привести объем прошедшего через фильтр воздуха к нормальным условиям.
- 4 Рассчитать по формуле (6.1) весовую концентрацию пыли.
- 5 Сравнить результаты оценки запыленности по весовому методу произвести путем сопоставления их с предельно допустимыми концентрациями пыли в рабочей зоне производственных помещений.

Таблица 6.2 – Исходные данные для проведения оценки запыленности воздуха весовым методом

№ п/п	Вид пыли	Объем прошедшего через фильтр воздуха, м ³	Вес фильтра до отбора пробы, мг	Вес фильтра после отбора пробы, мг	Температура воздуха в помещении t , °С	Атмосферное давление B , мм рт. ст.	Концентрация пыли в воздухе, мг/м ³	ПДК рабочей зоны (среднесменная), мг/м ³	Результат проведения оценки

ЗАНЯТИЕ 7

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Цель работы

Ознакомиться с порядком нормирования естественного освещения, с приборами и методами определения качества естественного освещения на рабочих местах.

Общие сведения

Освещение – это использование световой солнечной энергии и искусственных источников света для обеспечения зрительного восприятия окружающего мира. Весь воспринимаемый органом зрения человека предметный мир образуется излучением, сосредоточенным в узкой полосе электромагнитных волн длиной от 380 до 760 нм, составляющих так называемую область видимых лучей.

Естественное освещение – освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях.

Искусственное освещение – освещение, создаваемое устройствами, предназначенными для превращения какого-либо вида энергии в оптическое излучение.

Совмещенное освещение – представляет собой одновременное использование для освещения рабочих поверхностей в течение светового дня естественного и искусственного освещения.

Во всех производственных помещениях с постоянным пребыванием в них людей для работ в дневное время следует предусматривать естественное освещение, как более экономичное и совершенное с точки зрения санитарно-гигиенических требований по сравнению с искусственным освещением.

Для гигиенической оценки освещенности используют светотехнические качественные и количественные показатели, принятые в физике, показанные на рисунке 7.1.

Количественные показатели – световой поток, освещенность, коэффициент отражения, сила света и яркость.

Качественные показатели – фон, видимость, контраст.

Световой поток (F). Видимое излучение, оцениваемое по световому ощущению, которое оно производит на человеческий глаз, называется световым излучением, а мощность такого излучения – световым потоком.

Единицей измерения светового потока является люмен (лм), который имеет размерность кандела (кд) × стерадиан (ср). Один люмен – это световой поток от эталонного точечного источника в одну международную свечу, помещенного в вершине телесного угла в 1 стерадиан.

Стерadian (ср) – единица телесного угла, представляющая собой пространственный угол, вырезающий на сфере радиуса 1 м поверхность площадью 1 м².

Сила света (I) – пространственная плотность светового потока F , численно равная отношению светового потока dF , исходящего от точечного источника, к величине телесного угла $d\omega$, в пределах которого он распространяется:

$$I = \frac{dF}{d\omega}, \quad (7.1)$$

где dF – световой поток, лм; $d\omega$ – телесный угол, ср.

Освещенность – это поверхностная плотность светового потока, численно равная отношению светового потока dF , равномерно падающего на освещаемую поверхность, к площади этой поверхности dS :

$$E = \frac{dF}{dS}, \quad (7.2)$$

где dF – световой поток, лм; dS – площадь плоской поверхности, м².

Световой поток в 1 лм, равномерно распределенный на 1 м² плоской поверхности, равен 1 лк (люкс).

Объект различения – это рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые требуется различать в процессе работы.

Естественное освещение подразделяется на *боковое*, *верхнее* и *комбинированное*.

Боковое естественное освещение – это естественное освещение помещения через световые проемы в наружных стенах.

Верхнее естественное освещение – это естественное освещение помещения через фонари, световые проемы в стенах в местах перепада высот здания.

В качестве нормируемой величины освещенности взята относительная величина – *Коэффициент естественной освещенности (КЕО, %)*, который представляет собой отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственным и после отражений от внутренних поверхностей помещения) E_i , к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода $E_{н.г.}$:

$$КЕО = \left(\frac{E_i}{E_{н.г.}} \right) \cdot 100\%. \quad (7.3)$$

Условная рабочая поверхность – условно принятая горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола. Первая и последняя точки принимаются на расстоянии 1 м от поверхности стен или перегородок.

ЗАДАЧА. Получить практические навыки работы с приборами для измерения параметров освещенности, провести оценку параметров освещенности на рабочем месте и разработать мероприятия по обеспечению требуемой освещенности.

Порядок проведения оценки

Для измерения освещенности используется люксметр «ТКА-ПКМ», зарегистрированный в реестре средств измерений 24248-04. Шкала милливольтметра проградуирована в килолюксах и в люксах с диапазоном измерений от 10 до 200 000 лк. Для измерения освещенности излучения достаточно расположить фотометрическую головку прибора в плоскости измеряемого объекта. Появление на жидкокристаллическом экране символа «1...» информирует о превышении значением измеряемого параметра установленного энергетического диапазона и о необходимости перехода на последующие пределы измерения. При измерениях освещенности более 20 лк необходимо перевести переключатель в положение «0-200 лк». При измерениях освещенности более 200 лк необходимо перевести переключатель в положение «0-2000 лк». При измерениях освещенности более 2 000 лк необходимо перевести переключатель в положение «0-20 клк». При измерениях освещенности более 20 000 лк необходимо перевести переключатель в положение «0-200 клк». При проведении измерения освещенности необходимо проследить за тем, чтобы на окна фотоприемников не падала тень от оператора, производящего измерения, а также тень от временно находящихся посторонних предметов и других людей. Включить прибор, выбрав необходимый канал измерения, и считать с цифрового индикатора измеренное значение освещенности. После окончания работы выключить прибор поворотом переключателя в положение «Выкл.».

1. Степень загрязнения световых проемов оценивается величиной, обратной величине коэффициента пропускания света. Приложив плотно к тому или иному участку листового стекла на стенде фотоэлемент объективного люксметра, записывают его показания. Все измерения следует проводить быстро, чтобы существенно не изменилась наружная освещенность.

2. Результаты измерения $E_{\text{ч}}$, $E_{\text{Н,В}}$, $E_{\text{Н}}$ и $E_{\text{В}}$ вносят в протокол оценки, рассчитывают $C_{\text{с}}$, $C_{\text{Н}}$ и $C_{\text{В}}$ по соответствующим формулам (7.4–7.6) и данные расчета вносят также в протокол оценки.

3. Степень суммарного загрязнения ($C_{\text{с}}$) определяется как отношение освещенности при прохождении света через стекло с наружным и внутренним загрязнением ($E_{\text{Н,В}}$) к освещенности при прохождении света через чистое стекло ($E_{\text{ч}}$):

$$C_C = \frac{E_{H.B.}}{E_{\text{ч}}} \quad (7.4)$$

4. Степень наружного загрязнения (C_H) оценивается по отношению освещенности при прохождении света через стекло с наружным загрязнением (E_H) к освещенности при прохождении света через чистое стекло ($E_{\text{ч}}$):

$$C_H = \frac{E_H}{E_{\text{ч}}} \quad (7.5)$$

5. Степень внутреннего загрязнения (C_B) оценивается по отношению освещенности при прохождении света через стекло с внутренним загрязнением (E_B) к освещенности при прохождении света через чистое стекло ($E_{\text{ч}}$):

$$C_B = \frac{E_B}{E_{\text{ч}}} \quad (7.6)$$

На практике при исследовании коэффициентов естественной освещенности соблюдают ряд требований:

- замеры освещенности внутри и снаружи помещения производятся одновременно;
- замеры освещенности возможны лишь при небе, затянутом облаками;
- наружная горизонтальная освещенность измеряется на открытом месте, освещенном всем небосводом.

6. Для исследования коэффициентов естественной освещенности необходимо с помощью люксметра ТКП измерить наружную горизонтальную освещенность под открытым небом и освещенность в точках характерного разреза помещения и результаты занести в протокол оценки (табл. 7.1).

7. По формуле (7.3) рассчитать коэффициенты естественной освещенности в пределах характерного разреза помещения. Определить нормируемое значение $KEO_{\text{НОРМ}}$ для данного помещения по требованиям гигиенического норматива «Показатели безопасности для человека световой среды помещений производственных, общественных и жилых зданий» (постановление Совета министров республики Беларусь 25.01.2021 г. № 37).

8. Сравнить измеренное значение с нормируемым значением $KEO_{\text{НОРМ}}$ для данного помещения в соответствии с гигиеническим нормативом «Показатели безопасности для человека световой среды помещений производственных, общественных и жилых зданий» (табл. 7.2). Произвести оценку неравномерности естественного освещения (H) по формуле:

$$H = \frac{KEO_{\text{max}}}{KEO_{\text{min}}} \quad (7.7)$$

где KEO_{max} – максимальное значение коэффициента естественного освещения в пределах характерного разреза помещения; KEO_{min} – минимальное значение коэффициента естественного освещения в пределах характерного разреза помещения.

Таблица 7.1 – Протокол оценки параметров естественного освещения

Наружная горизонтальная освещенность $E_{н.г.}$, лк	Расстояние i -й точки измерения от окна L_i , м	Освещенность в i -й точке помещения E_i , лк	KEO , %	Неравномерность естественного освещения, H	Влияние загрязнения светопроемов на характеристику естественного освещения							
					$E_{ч.}$, лк	$E_{н.в.}$, лк	$E_{н.}$, лк	$E_{в.}$, лк	C_c	C_H	C_B	
	1											
	2											
	3											
	4											
	5											

Таблица 7.2 → Нормируемые значения освещенности по гигиеническому нормативу «Показатели безопасности для человека световой среды помещений производственных, общественных и жилых зданий» (постановление Совета министров республики Беларусь 25 января 2021 г. № 37)

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различия, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещённое освещение	
						Освещённость, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослеплённости и коэффициента пульсации	КЕО, е _н , %				
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	
						Всего	В том числе общего							Р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Тёмный	5000	500	–	20	10	–	–	6,0	2,0
						4500	500	–	10	10				
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	4000	400	1250	20	10				
						3500	400	1000	10	10				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	2500	300	750	20	10				
						2000	200	600	10	10				
			г	Средний Большой –	Светлый – Средний	1500	200	400	20	10				
						1250	200	300	10	10				

Продолжение таблицы 7.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	a	Малый	Тёмный	4000 3500	400 400	– –	20 10	10 10	–	–	4,2	1,5
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	3000 2500	300 300	750 600	20 10	10 10				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	2000 1500	200 200	500 400	20 10	10 10				
			г	Средний Большой –	Светлый – Средний	1000 750	200 200	300 200	20 10	10 10				
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	a	Малый	Тёмный	2000 1500	200 200	500 400	40 20	15 15	–	–	3,0	1,2
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	1000 750	200 200	300 200	40 20	15 15				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	750 600	200 200	300 200	40 20	15 15				
			г	Средний Большой –	Светлый – Средний	400	200	200	40	15				
Средней точности	Свыше 0,5 до 1,0	IV	a	Малый	Тёмный	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	500	200	200	40	20				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	400	200	200	40	20				
			г	Средний Большой –	Светлый – Средний	–	–	200	40	20				
Малой точности	Свыше 1 до 5	V	a	Малый	Тёмный	400	200	300	40	20	3	1	1,8	0,6
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	–	–	200	40	20				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	–	–	200	40	20				

Окончание таблицы 7.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			г	Средний Большой –	Светлый – Средний	–	–	200	40	20				
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от фона и контраста объекта с окном		–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Работа со светящи- мися материа- лами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII		Независимо от фона и контраста объекта с окном		–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Общее наблюде- ние за ходом производ- ственного процесса, за инженер- ными коммуни- кациями		VIII	а	Независимо от фона и контраста объекта с окном		–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6
			б	Независимо от фона и контраста объекта с окном		–	–	75	–	–	1	0,3	0,7	0,2
			в	Независимо от фона и контраста объекта с окном		–	–	50	–	–	0,7	0,2	0,5	0,2
			г	Независимо от фона и контраста объекта с окном		–	–	20	–	–	0,3	0,1	0,2	0,1

Примечания.

1. Для подразряда норм от Ia до IIIв может приниматься один из наборов нормируемых показателей, приведенных для данного подразряда в графах 7-11.

2. Нормы освещенности, приведенные в таблице 7.2, следует повышать на одну ступень шкалы освещенности в следующих случаях:

- а) при работах I–VI разрядов, если зрительная работа выполняется более половины рабочего дня;
- б) при повышенной опасности травматизма, если освещенность от системы общего освещения составляет 150 лк и менее (работа на дисковых пилах, гильотинных ножницах и т. п.);
- в) при специальных повышенных санитарных требованиях (например, на предприятиях пищевой и химико-фармацевтической промышленности), если освещенность от системы общего освещения 500 лк и менее;
- г) при работе или производственном обучении подростков, если освещенность от системы общего освещения – 300 лк и менее;
- д) при отсутствии в помещении естественного света и постоянном пребывании работающих, если освещенность от системы общего освещения – 750 лк и менее;
- е) при наблюдении деталей, вращающихся со скоростью, равной или более 500 об/мин, или объектов, движущихся со скоростью, равной или более 1,5 м/мин;
- ж) при постоянном поиске объектов различения на поверхности размером 0,1 м² и более;
- з) в помещениях, где более половины работающих старше 40 лет.

При наличии одновременно нескольких признаков нормы освещенности следует повышать не более чем на одну ступень.

В помещениях, где выполняются работы IV–VI разрядов, нормы освещенности следует снижать на одну ступень при кратковременном пребывании людей или при наличии оборудования, не требующего постоянного обслуживания.

3. Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительной работы установлены при расположении объектов различения на расстоянии не более 0,5 м от глаз работающего.

4. Освещенность при использовании ламп накаливания следует снижать по шкале освещенности:

- а) на одну ступень при системе комбинированного освещения, если нормируемая освещенность составляет 750 лк и более;
- б) то же, общего освещения для разрядов I–V, VI;
- в) на две ступени при системе общего освещения для разрядов VI и VIII.

Нормируемые значения освещенности в люксах, отличающиеся на одну ступень, следует принимать по шкале: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 1000; 1250; 1500; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500; 5000.

5. Освещенность при работах со светящимися объектами размером 0,5 мм и менее следует выбирать в соответствии с размером объекта различения и относить их к подразряду "в".

6. Показатель ослепленности регламентируется в графе 10 только для общего освещения (при любой системе освещения).

7. Коэффициент пульсации К_п указан в графе 11 для системы общего освещения или для светильников местного освещения, при системе комбинированного освещения. К_п от общего освещения в системе комбинированного не должен превышать 20 %.

8. Предусматривать систему общего освещения для разрядов I–III, IVа, IVб, IVв, Va допускается только при технической невозможности или экономической нецелесообразности применения системы комбинированного освещения, что конкретизируется в отраслевых нормах освещения, согласованных с органами Государственного санитарного надзора.

9. В помещениях, специально предназначенных для работы или производственного обучения подростков, нормированное значение КЕО повышается на один разряд по графе 3 и должно быть не менее 1,0 %.

ЗАНЯТИЕ 8

ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ШУМА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

Цель работы

Ознакомиться с общими понятиями о звуке, нормированием шума и приборами для его измерения; научиться определять фактические уровни шума, а также производить оценку эффективности звукопоглощающих и звукоизолирующих экранов.

Общие сведения

Шумом называется совокупность звуков различной интенсивности и частоты, вызывающая неприятные субъективные ощущения у человека и приводящая к снижению работоспособности и ухудшению состояния здоровья человека.

Различают ударный, механический, аэро-, газо- и гидродинамический шум. Ударным шумом сопровождаются ударные технологические операции: ковка, штамповка, клепка. Механический шум происходит при трении и биении узлов и деталей машин и механизмов. Аэро-, газо-, гидродинамический шум возникает в аппаратах и трубопроводах при больших скоростях движения воздуха, газа или жидкости, а также при резких изменениях направления их движения и давления.

Физическими характеристиками шума являются частота, мощность и сила звуковых колебаний (звука).

Звук представляет собой колебательное движение упругой среды, воспринимаемое нашим органом слуха. Движение звуковой волны в воздухе сопровождается периодическим повышением и понижением давления. Периодическое повышение давления в воздухе по сравнению с атмосферным давлением в невозмущенной среде называется звуковым давлением. Чем больше давление, тем сильнее раздражение органа слуха и ощущение громкости звука. В акустике звуковое давление измеряется в Н/м^2 или Па. Звуковая волна характеризуется частотой f , Гц, силой звука I , Вт/м^2 , звуковой мощностью W , Вт. Скорость распространения звуковых волн в атмосфере при 20°C и нормальном атмосферном давлении равна 344 м/с . Скорость звука не зависит от частоты звуковых колебаний и при неизменных параметрах среды является постоянной величиной. При повышении температуры воздуха скорость звука возрастает примерно на $0,71\text{ м/с}$ на 1°C . Органы слуха человека воспринимают звуковые колебания в интервале частоты от 16 до 20000 Гц . Колебания с частотой до 16 Гц (инфразвук) и выше 20000 Гц (ультразвук) не воспринимаются органами слуха.

Минимальная сила звука, воспринимаемая ухом, называется порогом слышимости ($I_0 = 10^{-12}\text{ Вт/м}^2$), а соответствующее ему звуковое давление $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}\text{ Па}$. Порог болевого ощущения наступает при силе звука $I_0 = 10^2\text{ Вт/м}^2$, а соответствующее ему звуковое давление – $2 \cdot 10^2\text{ Па}$.

Поэтому для удобства вычислений принято оценивать звуковое давление не в абсолютных, а в относительных единицах – *белах* (*Б*). Так как орган слуха человека способен различать изменение уровня интенсивности звука на 0,1 Б, то для практического использования удобнее единица в 10 раз меньше – децибел (дБ).

Уровень интенсивности звука L , дБ, определяется по формуле

$$L = 10 \cdot \lg(I / I_0), \quad (8.1)$$

где I – интенсивность звука, Вт/м²; I_0 – интенсивность звука, принимаемая за порог слышимости, равная 10^{-12} Вт/м².

Так как интенсивность звука пропорциональна квадрату звукового давления, то эту формулу можно записать в виде

$$L = 10 \cdot \lg(P^2 / P_0^2) = 20 \cdot \lg(P / P_0). \quad (8.2)$$

Поэтому уровень интенсивности звука L также называют *уровнем звукового давления*.

Пользоваться шкалой децибел очень удобно, так как весь огромный диапазон слышимых звуков укладывается менее чем в 140 дБ. При действии шума более 140 дБ возможен разрыв барабанной перепонки.

Параметры шума оценивают в октавных полосах. *Октава* – это диапазон частот, в котором высшая частота f_2 в два раза больше низшей f_1 . В качестве частоты, характеризующей полосу в целом, берут среднегеометрическую частоту:

$$f_{ср.г} = \sqrt{f_1 \cdot f_2}. \quad (8.3)$$

Среднегеометрические частоты октавных полос стандартизированы и для измерения шума составляют 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Нормируемыми параметрами шума на рабочих местах являются: *уровни звукового давления*, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц; *эквивалентный уровень звука*, дБА, измеряемый по шкале А шумомера, при котором чувствительность всего шумоизмерительного тракта соответствует средней чувствительности органа слуха человека на различных частотах спектра. Допустимые уровни приведены в таблице 8.1.

Для санитарно-гигиенической оценки оборудования цеха достаточно знать уровень звука (дБА). Чтобы принимать инженерные решения по уменьшению шума, подбирать материалы для звукопоглощения, а также средства индивидуальной защиты, необходимо знать спектр шума, т.е. уровни звукового давления на среднегеометрических частотах октавных полос, дБ.

Таблица 8.1 – Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот и уровни звука постоянного шума, а также эквивалентные по энергии уровни звука непостоянного шума для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест с учетом условий тяжести и напряженности труда (гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности шумового воздействия на человека» постановление Совета министров Республики Беларусь от 25.01.2021 № 37)

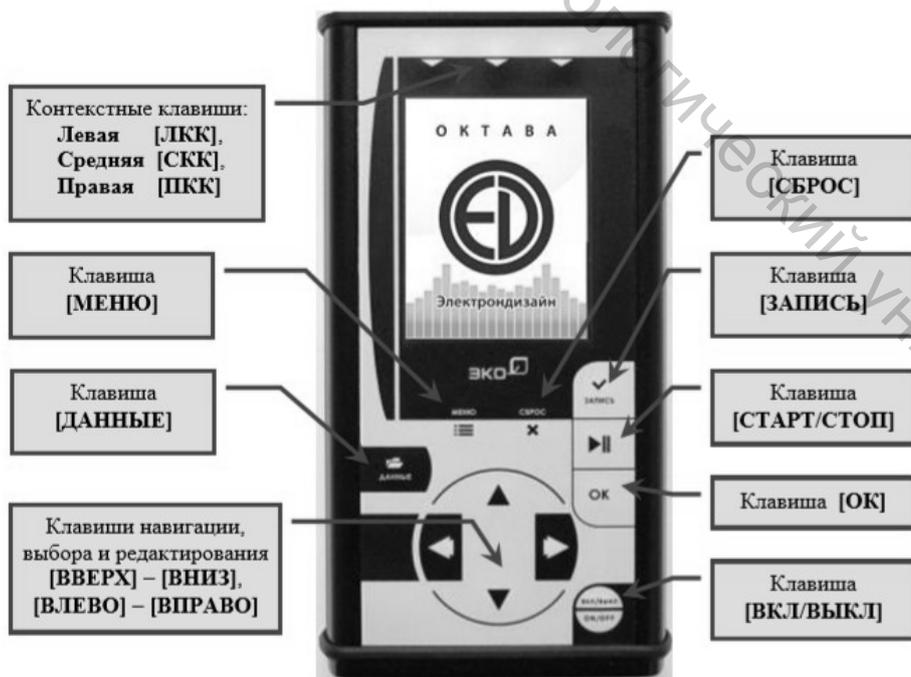
Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные по энергии уровни звука непостоянного шума, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, обучение и воспитание, медицинская деятельность. Рабочие места проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов ПЭВМ, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, для приема пациентов в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	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	93	79	70	63	58	55	52	50	49	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, кабинетах и помещениях наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону; машинописных бюро, на участках точной сборки, на телефонных и телеграфных станциях, в помещениях мастеров, в залах обработки информации на ВМ	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

Окончание таблицы 8.1

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5 Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий (за исключением работ, перечисленных в пунктах 1–4 настоящей таблицы)	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Подвижной состав железнодорожного и городского рельсового транспорта										
6 Рабочие места в кабинах машинистов тепловозов, электровозов, поездов метрополитена, дизель-поездов и автомотрис	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
7 Рабочие места в кабинах машинистов поездов дальнего следования и пригородных электропоездов, в кабинах водителей и обслуживающего персонала пассажирских помещений трамваев	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Автобусы, троллейбусы, грузовые, легковые и специальные автомобили, а также грузопассажирские автомобили и другой автомобильный транспорт, предназначенный для перевозки пассажиров										
8 Рабочие места водителей и обслуживающего персонала грузовых автомобилей	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
9 Рабочие места водителей и обслуживающего персонала троллейбусов, а также грузопассажирских автомобилей и другого автомобильного транспорта, предназначенного для перевозки пассажиров	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70
Сельскохозяйственные машины и оборудование, строительно-дорожные, мелиоративные и другие аналогичные виды машин										
10 Рабочие места водителей и обслуживающего персонала тракторов, самоходных шасси, прицепных и навесных сельскохозяйственных машин, строительно-дорожных и других аналогичных машин	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

ЗАДАЧА. Получить практические навыки работы с прибором для измерения параметров шума, провести оценку параметров шума на рабочем месте. Сравнить полученные данные с гигиеническим нормативом, сделать вывод о соответствии и разработать мероприятия по снижению уровня шума.

Шумомер-виброметр, анализатор спектра ЭКОФИЗИКА-110А (рис. 8.1–8.2) предназначен для измерения среднеквадратичных, эквивалентных и пиковых уровней звука, скорректированных уровней виброускорения, октавных, 1/3-октавных, 1/12-октавных и узкополосных спектров, для анализа сигналов различных первичных преобразователей, для регистрации временных форм сигналов с целью оценки влияния звука, инфра- и ультразвука, вибрации и иных динамических физических процессов на человека на производстве, в жилых и общественных зданиях, определения виброакустических характеристик механизмов и машин, а также для научных исследований. Измерительно-индикаторный блок прибора включает в себя ИБ Белая ЭКОФИЗИКА-D с присоединенным к нему ИМ 110А.



Лицевая панель

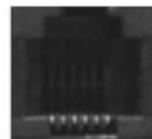
Рисунок 8.1 – Шумомер-виброметр ЭКОФИЗИКА-110А



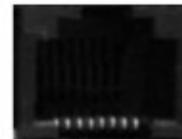
Нижний торец



Разъем miniUSB



Разъем DIN



Разъем DOUT

Кнопка	Клaviша	Основные функции ^{*)}
	[ВКЛ/ВЫКЛ]	Включение/выключение прибора; закрытие измерительной программы. Для выполнения нужного действия удерживайте данную клавишу в нажатом состоянии 1-2 с
	[ОК]	Подтверждение действия, перелистывание окон с результатами измерений
	[СТАРТ/СТОП]	Запуск измерений / пауза
	[ЗАПИСЬ]	Запись в память; расстановка маркеров в записи; подтверждение ввода текстовой клавиатуры, подтверждение автокалибровки
	[СБРОС]	Обнуление результата измерения, прерывание записи в память
	[ДААННЫЕ]	Работа с данными
	[МЕНЮ]	Переход в меню, возврат в предыдущее окно
	Контекстные клавиши (КК): Левая, Средняя, Правая [ЛКК], [СКК], [ПКК] (расположены над экраном)	Текущая функция контекстной клавиши обозначается на индикаторе под клавишей
	Клавиши со стрелками [ВВЕРХ] – [ВНИЗ], [ВЛЕВО] – [ВПРАВО]	Навигация по меню; выбор значений текущего поля из списка, редактирование значений текущего поля; выбор параметров

Рисунок 8.2 – Функции клавиш

Порядок проведения оценки параметров шума

1. Разъем соединительного шнура от микрофона, расположенного в камере, вставляем в гнездо на панели шумомера (рис. 8.3).

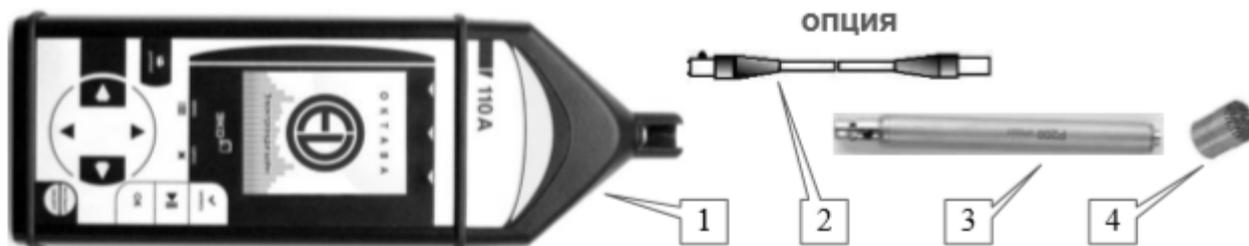


Рисунок 8.3 – Схема подключения микрофона: 1 – прибор «ЭКО»; 2 – кабель микрофонный удлинительный EXC00XR (при необходимости); 3 – предусилитель микрофонный; 4 – конденсаторный микрофон 1/2"

2. Прибор включается вручную клавишей [ВКЛ/ВЫКЛ].

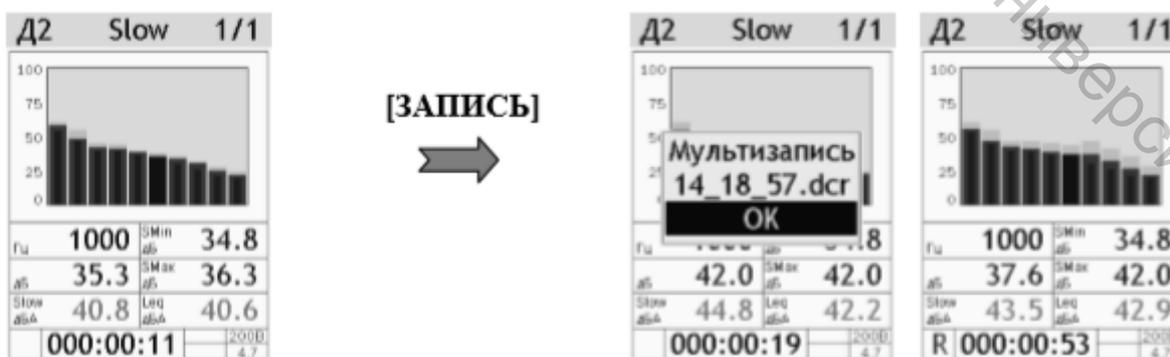
	<p>2.1. Примерно через 2 секунды после включения появляется стартовое окно главного меню прибора.</p> <p>2.2. Чтобы запустить нужную измерительную программу (режим измерения), найдите её в подходящем списке, выделите клавишами [ВВЕРХ]/[ВНИЗ] и нажмите клавишу [OK].</p> <p>2.3. Чтобы выйти из измерительной программы в стартовое окно, нажмите и удерживайте клавишу [ВЫКЛ].</p>
--	--

2.4. После запуска измерительной программы на экране появляется одно из окон измерений (как правило, то, которое было активным при выключении последнего сеанса этой программы).

3. Включаем электродвигатель.

4. Производим измерение шума без экрана и с экранами (вставить в камеру между источником шума и микрофоном).

4.1. Запустим измерения и в нужный момент нажмем клавишу [ЗАПИСЬ]. Сначала на экране на несколько секунд появится сообщение с именем файла, в который будет производиться запись.

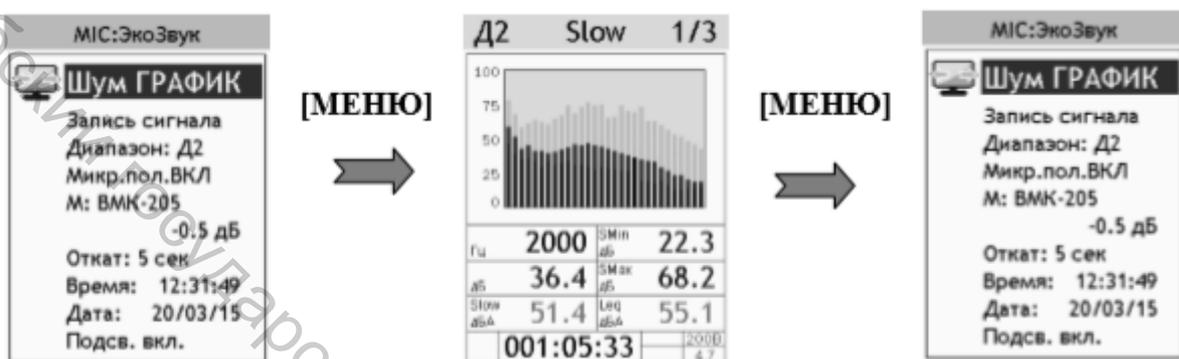


4.2. Затем окно измерений принимает обычный вид, но в левом нижнем углу окна появится символ R, а в поле продолжительности измерения появится

обратный отсчет времени Мультизаписи. Если вам нужно просто сохранить результат замера вручную, не используя автоматическую запись, то выполните измерения без предварительного нажатия кнопки [ЗАПИСЬ]; по завершении замера остановите прибор клавишей [СТОП] и сохраните данные клавишей [ЗАПИСЬ].

4.3. Время, за которое производится измерение: $t_{\text{зам}}'' = 30''$ сек.

4.4. Клавиша [МЕНЮ] переключает между меню измерительной программы и активным окном результатов измерений.



4.5. Результаты измерений, используя окна прибора «Таблица», заносим в протокол измерений (табл. 8.2).

Таблица 8.2 – Протокол проведения параметров шума

Показатели	Уровень звукового давления, дБ на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц									Эквивалентный уровень звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Нормативные значения (табл. 8.1)										
Фактический уровень шума	без экрана									
	с экраном									
Превышение	без экрана									
	с экраном									

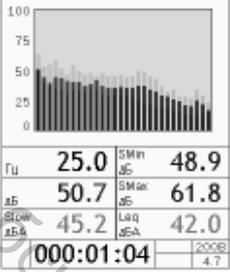
Окно	Доступные клавиши																														
<p>«Шум ГРАФИК»</p> <p>*** Slow 1/3</p>  <table border="1"> <tr> <td>Гц</td> <td>25.0</td> <td>Min</td> <td>48.9</td> </tr> <tr> <td>дБ</td> <td>50.7</td> <td>Max</td> <td>61.8</td> </tr> <tr> <td>Slow</td> <td>45.2</td> <td>Leq</td> <td>42.0</td> </tr> <tr> <td>дБА</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">000:01:04</td> <td colspan="2">2008 4.7</td> </tr> </table>	Гц	25.0	Min	48.9	дБ	50.7	Max	61.8	Slow	45.2	Leq	42.0	дБА				000:01:04		2008 4.7		<p>[ЛКК] – выбор диапазона измерений Д1/Д2/Д3 (только в состоянии СТАРТ)</p> <p>[СКК] – переключение Slow/Fast/Leq по циклу</p> <p>[ПКК] – переключение по циклу 1/1 и 1/3-октавных фильтров, А/3 – спектр с коррекцией А</p> <p>[ВВЕРХ] и [ВНИЗ] – изменение вертикальной шкалы графика</p> <p>[ВЛЕВО] и [ВПРАВО] – перемещение частотного курсора</p> <p>[СТАРТ/СТОП], [СБРОС] – запуск, остановка, сброс измерений (п.7.9)</p> <p>[ЗАПИСЬ] – начать запись в память (п.7.8), поставить маркер в записи</p> <p>[ДАННЫЕ]+[ЗАПИСЬ] – записать текущее окно в блокнот (только в состоянии СТОП), см. п.7.10</p> <p>[ОК] – перейти в следующее измерительное окно</p> <p>[МЕНЮ] – перейти в меню измерительной программы</p> <p>[ВКЛ/ВЫКЛ] – закрыть измерительную программу (удержание 1-2 с)</p>										
Гц	25.0	Min	48.9																												
дБ	50.7	Max	61.8																												
Slow	45.2	Leq	42.0																												
дБА																															
000:01:04		2008 4.7																													
<p>«Шум РМ»</p> <p>*** дБАU</p> <table border="1"> <tr> <td>Leq</td> <td>42.0</td> <td>Min</td> <td>37.9</td> <td>Max</td> <td>54.4</td> </tr> <tr> <td>Slow</td> <td>42.9</td> <td>Min</td> <td>38.0</td> <td>Max</td> <td>63.6</td> </tr> <tr> <td>Imp</td> <td>50.6</td> <td>Min</td> <td>36.7</td> <td>Max</td> <td>55.2</td> </tr> <tr> <td>Fast</td> <td>42.0</td> <td>Min</td> <td>36.7</td> <td>Max</td> <td>55.2</td> </tr> <tr> <td colspan="2">000:01:06</td> <td colspan="2">2008 4.7</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>	Leq	42.0	Min	37.9	Max	54.4	Slow	42.9	Min	38.0	Max	63.6	Imp	50.6	Min	36.7	Max	55.2	Fast	42.0	Min	36.7	Max	55.2	000:01:06		2008 4.7				<p>[ЛКК] – выбор диапазона измерений Д1/Д2/Д3 (только в состоянии СТАРТ)</p> <p>[СКК] – переключение по циклу частотной коррекции А/AU</p> <p>[ПКК], [ВВЕРХ], [ВНИЗ], [ВЛЕВО], [ВПРАВО] – аналогично [СКК]</p> <p>[СТАРТ/СТОП], [СБРОС] – запуск, остановка, сброс измерений (п.7.9)</p> <p>[ЗАПИСЬ] – начать запись в память (п.7.8), поставить маркер в записи</p> <p>[ДАННЫЕ]+[ЗАПИСЬ] – записать текущее окно в блокнот (только в состоянии СТОП), см. п.7.10</p> <p>[ОК] – перейти в следующее измерительное окно</p> <p>[МЕНЮ] – перейти в меню измерительной программы</p> <p>[ВКЛ/ВЫКЛ] – закрыть измерительную программу (удержание 1-2 с)</p>
Leq	42.0	Min	37.9	Max	54.4																										
Slow	42.9	Min	38.0	Max	63.6																										
Imp	50.6	Min	36.7	Max	55.2																										
Fast	42.0	Min	36.7	Max	55.2																										
000:01:06		2008 4.7																													
<p>«Таблица А, С, Z»</p> <p>*** Fast</p> <table border="1"> <tr> <td>дБА</td> <td>54.5</td> <td>Min</td> <td>36.7</td> <td>Max</td> <td>55.2</td> </tr> <tr> <td>дБАU</td> <td>54.5</td> <td>Min</td> <td>36.7</td> <td>Max</td> <td>55.2</td> </tr> <tr> <td>дБС</td> <td>62.0</td> <td>Min</td> <td>51.7</td> <td>Max</td> <td>71.4</td> </tr> <tr> <td>дБZ</td> <td>65.6</td> <td>Min</td> <td>54.8</td> <td>Max</td> <td>76.8</td> </tr> <tr> <td colspan="2">000:01:13</td> <td colspan="2">2008 4.7</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>	дБА	54.5	Min	36.7	Max	55.2	дБАU	54.5	Min	36.7	Max	55.2	дБС	62.0	Min	51.7	Max	71.4	дБZ	65.6	Min	54.8	Max	76.8	000:01:13		2008 4.7				<p>[ЛКК] – выбор диапазона измерений Д1/Д2/Д3 (только в состоянии СТАРТ)</p> <p>[СКК] – переключение временной характеристики Slow/Leq/Imp/Fast</p> <p>[ПКК], [ВВЕРХ], [ВНИЗ], [ВЛЕВО], [ВПРАВО] – аналогично [СКК]</p> <p>[СТАРТ/СТОП], [СБРОС] – запуск, остановка, сброс измерений (п.7.9)</p> <p>[ЗАПИСЬ] – начать запись в память (п.7.8), поставить маркер в записи</p> <p>[ДАННЫЕ]+[ЗАПИСЬ] – записать текущее окно в блокнот (только в состоянии СТОП), см. п.7.10</p> <p>[ОК] – перейти в следующее измерительное окно</p> <p>[МЕНЮ] – перейти в меню измерительной программы</p> <p>[ВКЛ/ВЫКЛ] – закрыть измерительную программу (удержание 1-2 с)</p>
дБА	54.5	Min	36.7	Max	55.2																										
дБАU	54.5	Min	36.7	Max	55.2																										
дБС	62.0	Min	51.7	Max	71.4																										
дБZ	65.6	Min	54.8	Max	76.8																										
000:01:13		2008 4.7																													
<p>«Таблица»</p> <p>*** Slow Min</p> <table border="1"> <tr> <td>1/1</td> <td>дБ</td> <td>дБ</td> </tr> <tr> <td>31.5</td> <td>54.7</td> <td>50.7</td> </tr> <tr> <td>63.0</td> <td>47.2</td> <td>39.3</td> </tr> <tr> <td>125</td> <td>45.3</td> <td>39.2</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>44.5</td> <td>38.2</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>45.1</td> <td>34.0</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>44.9</td> <td>32.7</td> </tr> <tr> <td>2000</td> <td>40.5</td> <td>26.7</td> </tr> <tr> <td colspan="2">000:01:13</td> <td>2008 4.7</td> </tr> </table>	1/1	дБ	дБ	31.5	54.7	50.7	63.0	47.2	39.3	125	45.3	39.2	250	44.5	38.2	500	45.1	34.0	1000	44.9	32.7	2000	40.5	26.7	000:01:13		2008 4.7	<p>[ЛКК] – выбор диапазона измерений Д1/Д2/Д3 (только в состоянии СТАРТ)</p> <p>[СКК] – переключение временной характеристики Slow/Fast по циклу</p> <p>[ПКК] – цикл Min/Max/Leq</p> <p>[ВВЕРХ] и [ВНИЗ] – перемещение по таблице вверх или вниз</p> <p>[ВЛЕВО] и [ВПРАВО] – двойной цикл: Min/Max/Leq внутри Slow/Fast</p> <p>[СТАРТ/СТОП], [СБРОС] – запуск, остановка, сброс измерений (п.7.9)</p> <p>[ЗАПИСЬ] – начать запись в память (п.7.8), поставить маркер в записи</p> <p>[ДАННЫЕ]+[ЗАПИСЬ] – записать текущее окно в блокнот (только в состоянии СТОП), см. п.7.10</p> <p>[ОК] – перейти в следующее измерительное окно</p> <p>[МЕНЮ] – перейти в меню измерительной программы</p> <p>[ВКЛ/ВЫКЛ] – закрыть измерительную программу (удержание 1-2 с)</p>			
1/1	дБ	дБ																													
31.5	54.7	50.7																													
63.0	47.2	39.3																													
125	45.3	39.2																													
250	44.5	38.2																													
500	45.1	34.0																													
1000	44.9	32.7																													
2000	40.5	26.7																													
000:01:13		2008 4.7																													

Рисунок 8.4 – Окна результатов измерений режима «ЭкоЗвук ЭФБ-110А»

ЗАНЯТИЕ 9

ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ЭМП НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

Цель работы

Ознакомиться с общими понятиями об электромагнитном излучении, нормированием электромагнитного излучения и приборами для его измерения; научиться определять фактические уровни ЭМП.

Общие сведения

По своему происхождению электромагнитное излучение (ЭМИ) и электромагнитный фон, создаваемый им, могут быть природными или техногенными.

К природным электромагнитным полям (ЭМП) относятся квазистатические электрические и магнитные поля Земли, радиоизлучения Солнца и Галактик, атмосферные разряды.

Техногенное ЭМИ может быть как производственным, так и бытовым. Известно, что мировые энергоресурсы удваиваются каждые 10 лет, а доля ЭМП в электроэнергетике за это время возрастает в три раза.

Спектр ЭМИ природного и техногенного происхождения, оказывающий влияние на организм человека, имеет диапазон волн от тысячи километров (переменный ток) до триллионной части миллиметра (космические энергетические лучи).

В производственных условиях на работающих оказывает воздействие ЭМИ широкого спектра. В зависимости от диапазона волн различают:

- ЭМИ радиочастот ($10^7 - 10^4$ м);
- инфракрасное излучение ($< 10^{-4} - 7,5 \cdot 10^{-7}$ м);
- видимую область ($7,5 \cdot 10^{-7} - 4 \cdot 10^{-4}$ м);
- ультрафиолетовое излучение ($< 4 \cdot 10^{-4} - 10^{-9}$ м);
- рентгеновское (гамма-) излучение ($< 10^{-9}$ м).

Существует и электротехническая шкала источников ЭМИ:

- низкочастотные – НЧ (0–60 Гц);
- среднечастотные – СЧ (60 Гц – 10 кГц);
- высокочастотные – ВЧ (10 кГц – 300 МГц);
- сверхвысокочастотные – СВЧ (300 МГц – 300 ГГц).

По виду воздействия различают *изолированное* (от одного источника), *сочетанное* (от двух и более источников одного частотного диапазона), *смешанное* (от двух и более источников различных частотных диапазонов) и *комбинированное* (в случае одновременного действия какого-либо другого неблагоприятного фактора) ЭМИ.

По времени воздействия в общем случае для единичного источника ЭМИ можно выделить два основных варианта облучения: *непрерывное стационарное* и *прерывистое*.

Отношение облучаемого лица к источнику облучения ЭМИ может быть *профессиональным*, то есть обусловленным выполнением производственных операций, и *непрофессиональным*.

В радиационной гигиене различают *общее* (воздействию ЭМИ подвергается все тело) и *локальное* (местное) облучение.

В Республике Беларусь для регламентации безопасности воздействия ЭМИ на человека используются следующие документы: ГОСТ 12.1.006, СанПиН 2.2.4/2.1.8.9–36–2002, СанПиН 2.2.4.13.3–2006, СанПиН 2.2.4.11–25–2003, СанПиН 9–85–98 и другие.

Нормируемыми параметрами переменного магнитного поля являются напряженность поля и магнитная индукция.

Напряженность электрического поля в данной точке представляет собой физическую величину, численно равную силе, действующей на единичный положительный заряд, помещенный в эту точку поля. Напряженность электрического поля измеряется в вольтах на метр (В/м) или в ньютонах на кулон (Н/К).

Магнитная индукция (плотность магнитного потока) – это физическая величина, численно равная силе, с которой магнитное поле действует на проводник единичной длины, расположенный перпендикулярно к силовым линиям магнитного поля (МП), при токе в проводнике, равном единице силы тока. Единицей магнитной индукции является Тесла (Тл), то есть индукция такого поля, в котором на каждый метр длины проводника с током в 1 А, расположенного перпендикулярно к полю, действует сила в 1 Н (1 Тл = 1 Н/А·м).

Кроме индукции магнитное поле характеризуется напряженностью (А/м) и *магнитным потоком*, который представляет собой число силовых линий, проходящих через перпендикулярно расположенную к ним площадку. Единицей магнитного потока является Вебер (Вб) – это поток индукции в 1 Тл через площадку площадью 1 м.

В зависимости от условий воздействия ЭМП, характера и местонахождения источника излучения могут использоваться следующие методы и средства защиты: защита временем; защита расстоянием; снижение интенсивности излучения непосредственно в источнике; экранирование источника; защита рабочего места от излучения; применение средств индивидуальной защиты.

К организационным мероприятиям относятся: строгое выполнение требований к персоналу (возраст, пол, медицинское освидетельствование, обучение, проверка знаний, инструктаж и т.п.); рациональное размещение источников ЭМИ; оптимальные режимы работы оборудования и персонала; применение средств предупреждающей сигнализации (световой, звуковой, знаковой и др.).

Для предупреждения профессиональных заболеваний лиц, работающих в условиях ЭМИ, применяются такие меры, как предварительный (для поступающих на работу) и периодический (не реже одного раза в год) медицинские осмотры, а также ряд мер, способствующих повышению устойчивости организма человека к действию ЭМИ.

ЗАДАЧА. Получить практические навыки работы с прибором для измерения параметров ЭМИ, провести оценку параметров ЭМИ на рабочем месте. Сравнить полученные данные с гигиеническим нормативом, сделать вывод о соответствии и разработать мероприятия по снижению уровня ЭМИ

Для проведения измерения параметров ЭМИ используем прибор ЭКОФИЗИКА-110А (см. занятие 8).

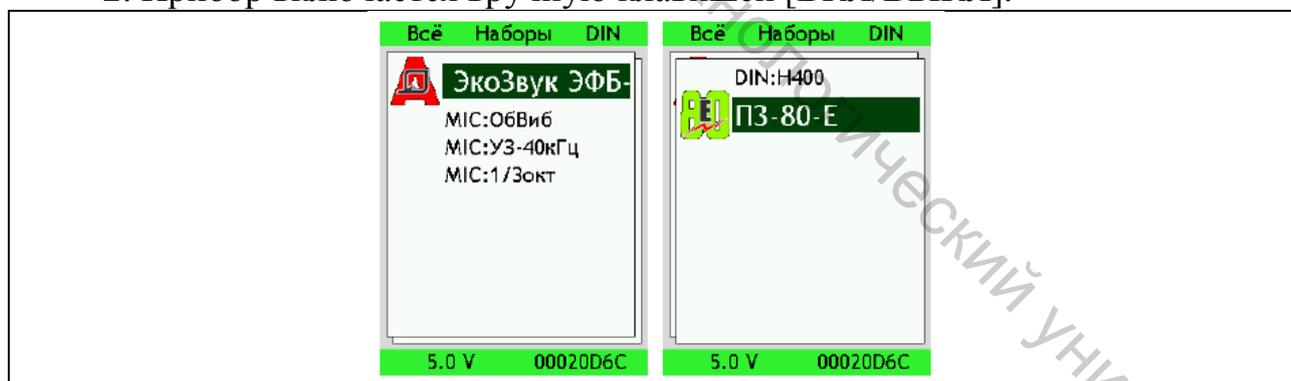
Порядок проведения оценки параметров ЭМИ

1. Разъем соединительного шнура от антенны, вставляем в гнездо на задней панели шумомера.



№	Наименование	Примечание
1	ИБ Белая ЭКОФИЗИКА-D с ИМ 110А	
2	Антенна П6-70	Для измерения магнитного поля
3	Антенна П6-71	Для измерения электрического поля

2. Прибор включается вручную клавишей [ВКЛ/ВЫКЛ].



2.1. Примерно через 2 секунды после включения появляется стартовое окно главного меню прибора.

2.2. Чтобы перейти для измерения ЭМП надо **Средняя контекстная клавиша [СКК] [Наборы]**, перейти в окно «**Наборы**», которое содержит список наборов измерительных программ, и запустить нужную измерительную программу (режим измерения), найдите её в подходящем списке, выделите клавишами [ВВЕРХ]/[ВНИЗ] и нажмите клавишу [ОК].

DIN:ПЗ-80-E	ПЗ-80-E
DIN:E300	ПЗ-80-E300 для ПЗ-80-ЕН500
DIN:E400	ПЗ-80-E400 для ПЗ-80-ЕН500
DIN:H300	ПЗ-80-H300 для ПЗ-80-ЕН500
DIN:H400	ПЗ-80-H400 для ПЗ-80-ЕН500

2.3. Чтобы выйти из измерительной программы в стартовое окно, нажмите и удерживайте клавишу [ВЫКЛ].

2.4. После запуска измерительной программы на экране появляется одно из окон измерений (как правило, то, которое было активным при выключении последнего сеанса этой программы).

Измерения напряженности ЭМП должны проводиться во всех зонах возможного нахождения человека при выполнении им работ, связанных с эксплуатацией и ремонтом электроустановок. Измерения напряженности ЭМП на рабочих местах должны осуществляться после выведения работника из зоны контроля.

Измерения напряженности ЭМП должны проводиться на высоте 0,5; 1,5 и 1,8 м от поверхности земли, пола помещения или площадки обслуживания оборудования и на расстоянии 0,5 м от оборудования и конструкций, стен зданий и сооружений.

3. Включаем устройства ЭМП.

4. Выполнение измерений

4.1. Расположить антенну в выбранной точке измерений параллельно стене, под углом примерно 45° к горизонтали. Нажать [СБРОС] (допускается сначала нажать [СБРОС], затем плавно переместить антенну в точку измерений. При этом индикаторный блок можно положить, например, на стол).

4.2. Равномерно вращать антенну вокруг оси рукоятки, одновременно поворачивая антенну относительно центра рамки, при этом антенна должна оставаться в плоскости, параллельной стене. Необходимо следить, чтобы точка, соответствующая центру рамки, не смещалась относительно выбранной точки измерений. Число оборотов антенны вокруг оси рукоятки за время поворота в указанной плоскости – 1,5...2.

4.3. Когда антенна примет вертикальное положение, начать вращать антенну в противоположном направлении, одновременно поворачивая антенну относительно центра рамки, при этом антенна должна оставаться в плоскости, перпендикулярной стене. Число оборотов антенны вокруг оси рукоятки за время поворота в указанной плоскости – 1,5...2.

4.4. Когда антенна примет положение под углом примерно 45° к горизонтали, плавно отодвинуть антенну от стены. Записать значение максимальной напряженности *МП* или *ЭП*.

5. Повторить пп. 1–4 не менее 4 раз.

Время, за которое производится измерение: $t_{\text{зам}}'' = 30''$ сек.

6. Клавиша [МЕНЮ] переключает между меню измерительной программы и активным окном результатов измерений.

Окна результатов измерений режима «DIN: ПЗ-80-Е» показаны на рисунке 9.1.

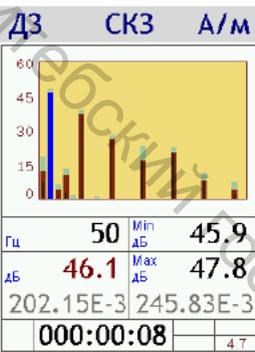
Окно	Доступные клавиши																
<p>«График»</p>  <table border="1"> <tr> <td>Гц</td> <td>50</td> <td>Min дБ</td> <td>45.9</td> </tr> <tr> <td>дБ</td> <td>46.1</td> <td>Max дБ</td> <td>47.8</td> </tr> <tr> <td></td> <td>202.15E-3</td> <td></td> <td>245.83E-3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>000:00:08</td> <td></td> <td>4.7</td> </tr> </table>	Гц	50	Min дБ	45.9	дБ	46.1	Max дБ	47.8		202.15E-3		245.83E-3		000:00:08		4.7	<p>[ЛКК] – выбор диапазона измерений Д1/Д2/Д3 (только в состоянии СТАРТ) [СКК] – не действует [ПКК] – переключает индикацию единиц измерений: А/м или нТл [ВВЕРХ] и [ВНИЗ] – изменение вертикальной шкалы графика [ВЛЕВО] и [ВПРАВО] – перемещение частотного курсора [СТАРТ/СТОП], [СБРОС] – запуск, остановка, сброс измерений (п. 7.9) [ЗАПИСЬ] – начать запись в память (п. 7.8), поставить маркер в записи [ДАННЫЕ]+[ЗАПИСЬ] – записать текущее окно в блокнот (только в состоянии СТОП), см. п. 7.10 [ОК] – перейти в следующее измерительное окно [МЕНЮ] - перейти в меню измерительной программы [ВКЛ/ВЫКЛ] – закрыть измерительную программу (удержание 1-2 с)</p> <p><i>Примечание.</i> В предпоследней строчке окна «График» показаны текущее (слева) и максимальное (справа) среднеквадратичные значения напряженности поля (магнитной индукции) в А/м (нТл)</p>
Гц	50	Min дБ	45.9														
дБ	46.1	Max дБ	47.8														
	202.15E-3		245.83E-3														
	000:00:08		4.7														
Окно	Доступные клавиши																
<p>«Все СКЗ и Пик»</p>  <table border="1"> <tr> <td>Max</td> <td>103.43E-3</td> </tr> <tr> <td>СКЗ</td> <td>59.35E-3</td> </tr> <tr> <td>Min</td> <td>34.99E-3</td> </tr> <tr> <td>Leq</td> <td>68.39E-3</td> </tr> <tr> <td>ПикТ</td> <td>125.50E-3</td> </tr> <tr> <td>Пик</td> <td>277.56E-3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>000:01:52</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4.7</td> </tr> </table>	Max	103.43E-3	СКЗ	59.35E-3	Min	34.99E-3	Leq	68.39E-3	ПикТ	125.50E-3	Пик	277.56E-3		000:01:52		4.7	<p>[ЛКК] – цикл 10-30 кГц / 3-30 кГц / 5-2000R(режекция 50Гц)/5-2000 Гц / 0,3-3кГц / 30-300 Гц / 50 Гц [СКК] – цикл 30-300 Гц / 0,3-3кГц / 3-30кГц / 10-30кГц / 5-2000R(режекция 50Гц)/5-2000 Гц / 50 Гц [ПКК] - переключает индикацию единиц измерений: А/м / нТл / дБ [ВВЕРХ], [ВНИЗ] – аналогично [ПКК] [ВЛЕВО], [ВПРАВО] – аналогично [СКК] [СТАРТ/СТОП], [СБРОС] – запуск, остановка, сброс измерений (п. 7.9) [ЗАПИСЬ] – начать запись в память (п. 7.8), поставить маркер в записи [ДАННЫЕ]+[ЗАПИСЬ] – записать текущее окно в блокнот (только в состоянии СТОП), см. п. 7.10 [ОК] – перейти в следующее измерительное окно [МЕНЮ] - перейти в меню измерительной программы [ВКЛ/ВЫКЛ] – закрыть измерительную программу (удержание 1-2 с)</p>
Max	103.43E-3																
СКЗ	59.35E-3																
Min	34.99E-3																
Leq	68.39E-3																
ПикТ	125.50E-3																
Пик	277.56E-3																
	000:01:52																
	4.7																

Рисунок 9.1 – Окна результатов измерений режима «DIN: ПЗ-80-Е»

7. Результаты измерений, используя окна прибора, заносим в протокол оценки параметров ЭМИ (табл. 9.1).

Таблица 9.1 – Протокол проведения оценки ЭМИ на рабочих местах

Устройство ЭМП	Составляющая ЭМП	Точки замера в помещении (0,5 м от устройства)	Результаты замеров				Среднее значение	Норма	Вывод
			1	2	3	4			
	Электрическая составляющая (E), кВ/м	0,5 м от пола					0,5		
		1,5 м от пола							
		1,8 м от пола							
	Магнитная составляющая (H), А/м (Магнитная индукция B , мкТл)	0,5 м от пола					4(5)		
		1,5 м от пола							
		1,8 м от пола							

ЗАНЯТИЕ 10

РАСЧЁТ СИСТЕМЫ ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Цель работы

Рассчитать систему заземления.

Общие сведения

Защитным заземлением называется преднамеренное соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Заземлителем называется один или несколько металлических электродов (например, стальных стержней, труб, полос и др.), находящихся в соприкосновении с землей.

Заземляющее устройство – это совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

При замыкании токоведущей части электроустановки (провод, обмотка и др.) на землю или на заземленный корпус на заземляющем устройстве возникает напряжение относительно земли, обусловленное стеканием тока с заземлителя.

Напряжением относительно земли при замыкании на землю или на корпус называется напряжение между этим корпусом и зоной нулевого потенциала, расположенной на расстоянии 20 м и более от места замыкания на землю. Сопротивление заземляющего устройства определяется как отношение напряжения на заземляющем устройстве к току, стекающему с заземлителя на землю.

Защитное действие заземления (рис. 10.1) состоит в том, что человек, случайно прикоснувшийся к токоведущим частям, находящимся под напряжением, включается в электрическую цепь параллельно заземлению, поэтому резко уменьшается ток, проходящий через тело человека.

ТКП 181–2009 (с изменениями) предписывают, чтобы в качестве защитной меры от воздействия напряжения прикосновения в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных, а также в наружных электроустановках при сетях с изолированной нейтралью все металлические нетоковедущие части электрооборудования при номинальном переменном напряжении более 42 В и постоянном 110 В, а также конструкции механического и технологического оборудования были присоединены к заземляющему устройству. При напряжении 380 В и более переменного тока и 440 В и более постоянного тока защитное заземление требуется во всех электроустановках. Заземление электроустановок не требуется при переменных напряжениях 42 В и менее и постоянных 110 В и менее во всех случаях, за исключением взрывоопасных установок. Во взрывоопасных зонах заземлению подлежит электрооборудование всех напряжений.

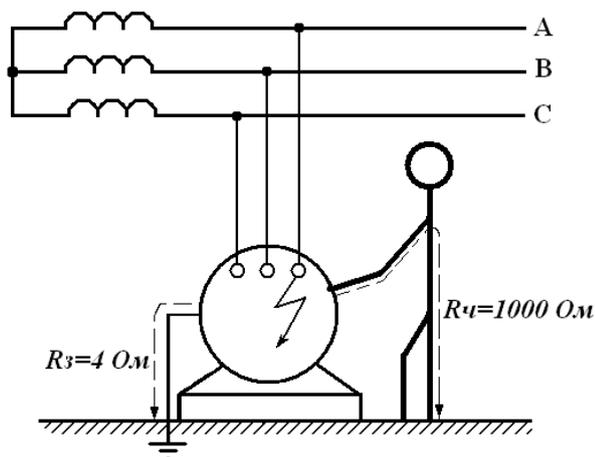


Рисунок 10.1 – Схема защитного заземления: R_z – сопротивление защитного заземления; $R_{ч}$ – сопротивление человека

Заземлению подлежат корпуса электрических машин и аппаратов, трансформаторов, светильников, ручные приводы выключателей и разъединителей, каркасы распределительных щитов и пультов управления, металлические конструкции распределительных устройств и кабельных линий, кабельные муфты и оболочки, металлические трубы и оболочки электропроводок, металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников, вторичные обмотки измерительных трансформаторов.

Заземлению не подлежат: арматура подвесных и штыри опорных изоляторов, кронштейны и осветительная арматура при установках их на деревянных опорах и конструкциях (если это не требуется по условиям молниезащиты); электрооборудование, установленное на металлических заземленных конструкциях, если в местах контакта с ними металлических нетоковедущих частей электрооборудования обеспечен надежный электрический контакт. Не подлежат заземлению также корпуса электроизмерительных приборов, реле и т.п., установленных на щитах и в шкафах и на стенах камер распределительных устройств; корпуса электроприемников с двойной изоляцией (некоторые бытовые электроприемники, ручной инструмент); рельсовые пути, выходящие за территорию электростанций, подстанций, предприятия (во избежание выноса опасных электрических потенциалов).

Согласно правил устройства электроустановок (ПУЭ) сопротивление заземляющих устройств в установках напряжением до 1000 В, работающих с изолированными от земли нейтралью, не должно превышать 4 Ом. При мощности источника питания до 100 кВ·А сопротивление заземляющего устройства может быть не более 10 Ом (имеются в виду малая протяженность электрической сети и, следовательно, большое сопротивление изоляции сети относительно земли).

В соответствии с ТКП 181–2009 для заземляющего устройства рекомендуется (в качестве заземлителя) в первую очередь использовать

естественные заземлители, то есть проложенные в земле стальные трубы водопроводов и артезианских скважин, погруженные в землю каркасы зданий и сооружений. Запрещается использовать в качестве заземлителей металлические трубы горючих жидкостей и газов. Для большей надежности заземляющего устройства необходимо заземляемое оборудование соединить с естественными заземлителями не менее чем двумя отдельными проводниками, присоединенными к заземлителю в разных местах. Это присоединение выполняется сваркой, а для труб – с помощью стальных хомутов, стянутых болтами. В качестве заземляющих проводников для присоединения к естественным заземлителям используются стальная проволока (катанка), стальная полоса, угловая сталь.

Искусственные заземлители (электроды, погружаемые в грунт) могут быть выполнены из стальных стержней длиной 5 м круглого сечения или угловой стали, а также из прямоугольных стержней, погруженных в грунт на глубину 2–3 м.

В зависимости от расположения заземлителей относительно заземляемого электрооборудования различают заземления выносное и контурное. При *выносном заземлении* заземлители размещают в стороне от заземляемого оборудования, и в этом случае корпуса оборудования находятся вне зоны растекания токов в земле. Следовательно, при выносном заземлении человек, стоящий на земле и касающийся корпуса электрооборудования с поврежденной изоляцией, оказывается под полным напряжением корпуса относительно земли, и защитное действие такого заземления обусловлено только достаточно малым его сопротивлением.

При *контурном заземлении*, применяемом обычно в открытых распределительных устройствах, заземлители располагаются вокруг заземляемого оборудования, вблизи от него. При этом из-за небольшого расстояния между отдельными электродами-заземлителями внутри контура заземления любая точка поверхности грунта имеет значительный потенциал в случае замыкания на корпус заземленного оборудования. В то же время между разными точками внутри контура разность потенциалов будет незначительна. Таким образом, напряжение прикосновения для человека, находящегося внутри контура заземляющего устройства, будет весьма малым по сравнению с напряжением относительно земли. По той же причине внутри контура этого заземляющего устройства будет невелико и шаговое напряжение. Для выравнивания потенциалов внутри контура прокладывают дополнительные горизонтальные полосы, образующие сетку, а металлические строительные и производственные конструкции должны быть присоединены к сети заземления или зануления.

Заземляющую магистраль в помещении прокладывают по контуру вдоль стен. Вводы магистрали от заземлителя в помещение для присоединения их к внутреннему контуру выполняют в нескольких местах, что обеспечивает надежную связь заземляемого оборудования с заземлителем. От внутренней заземляющей магистрали (контура) делают ответвления к заземляемым

объектам электрооборудования. Не допускается заземление отдельных элементов электроустановки последовательно путем установки перемычек от одного к другому, так как при отсоединении одного какого-либо корпуса, например при ремонте, окажутся незаземленными другие. Все соединения элементов заземляющего устройства необходимо выполнить сваркой внахлестку, а присоединение к корпусам электрооборудования – с помощью болтов или сваркой. В качестве заземляющих проводников, кроме специально предназначенных, можно использовать металлические конструкции зданий и производственного оборудования, а также стальные трубы электропроводки. При этом в местах соединений труб соединительные муфты приваривают к трубам или в стыках труб приваривают перемычки, обеспечивающие надежный контакт с заземлителем.

ЗАДАЧА. В соответствии с выбранным вариантом (табл. 10.1) рассчитать систему заземления, для которой будут применены стальные трубы с наружным диаметром 0,06 м, соединенные между собой стальной полосой.

Таблица 10.1 – Варианты заданий

№ варианта	L, м	Грунт	ρ , Ом·м	Глубина промерзания грунта, м	Напряжение питающей сети, В
1	1,5	Песок	700	0,6	220
2	1,6	Супесок	300	0,5	380
3	1,7	Суглинок	100	0,4	6000
4	1,8	Глина	40	0,3	380
5	1,9	Чернозём	200	0,2	1220
6	2,0	Смешанный грунт	100	0,6	220
7	2,1	Гравий, щебень	2000	0,5	380
8	2,3	Лесс	250	0,4	220
9	2,4	Каменистая почва	4000	0,3	380
10	2,5	Торф	20	0,2	1380
11	1,8	Песок	700	0,2	220
12	3,2	Супесок	300	0,6	1220
13	2,8	Суглинок	100	0,7	220
14	1,9	Глина	40	0,4	380
15	3,0	Чернозём	200	0,3	1220
16	3,1	Смешанный грунт	100	0,8	600
17	2,1	Гравий, щебень	2000	0,1	380
18	3,3	Лесс	250	0,5	1000
19	3,1	Каменистая почва	4000	0,6	380
20	3,4	Торф	20	0,3	1220

Расчёт системы заземления производится следующим образом. Сначала определяется сопротивление одиночного заземлителя (Ом):

$$R_{TP} = 0,366 \frac{\rho}{L} \left(\ln \frac{2L}{D} + 0,5 \ln \frac{4t + L}{4t - L} \right), \quad (10.1)$$

где ρ – удельное электрическое сопротивление грунта, Ом · м; L – длина трубы, м; D – наружный диаметр трубы, м; t – глубина заложения трубы, м.

Глубина заложения трубы определяется по формуле

$$t = t_0 + \frac{L}{2}, \quad (10.2)$$

где t_0 – глубина промерзания грунта, м.

Сопротивление заземляющего устройства в электроустановках с напряжением до 1000 В не должно превышать 4 Ом, в электроустановках с напряжением свыше 1000 В не более 10 Ом. Поэтому, как правило, необходимо использовать несколько заземлителей, соединенных между собой стальной полосой. Число труб в системе заземления определяется по формуле

$$n = \frac{R_{TP}}{R_3 \cdot \eta_{Э.ТР}}, \quad (10.3)$$

где R_3 – нормируемое значение сопротивления заземления; $\eta_{Э.ТР}$ – коэффициент экранирования труб (табл. 10.2).

Полученное значение n следует округлить до ближайшего целого числа. Сопротивление соединительной полосы (Ом) определяется по формуле

$$R_{II} = 0,366 \frac{\rho}{l_{II}} \cdot \lg \frac{2l_{II}^2}{b \cdot h}, \quad (10.4)$$

где $l_{II} = 1,5 \cdot a \cdot n$ – длина соединительной полосы, м; $a = 1,5 \cdot l$ – расстояние между заземлителями, м; n – количество заземлителей; b – ширина полосы, выбирается из ряда значений, м: 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; $h = t_0$ или $h = t$ – глубина заложения полосы, м.

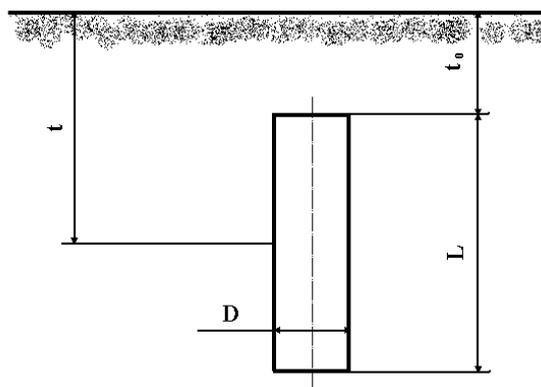


Рисунок 10.2 – Схема установки заземлителя

Таблица 10.2 – Коэффициент экранирования трубчатых заземлителей $\eta_{Э.ТР}$ без учёта влияния соединяющей их полосы

Число заземлителей	$\eta_{Э.ТР}$, при отношении расстояния между трубами к их длине ($l : L$)					
	3	2	1	3	2	1
	Трубы расположены в ряд			Трубы расположены по контуру здания		
2	0,93	0,9	0,83	–	–	–
5	0,87	0,8	0,68	–	–	–
10	0,83	0,7	0,55	0,78	0,67	0,50
20	0,77	0,62	0,47	0,72	0,60	0,43
30	0,75	0,60	0,40	0,71	0,59	0,42
50 и более	0,73	0,58	0,38	0,68	0,52	0,37

Общее сопротивление системы заземления (Ом) определяется по формуле

$$R_3^{ОБЩ} = \frac{1}{\frac{\eta_{Э.П}}{R_П} + \frac{\eta_{Э.ТР}}{R_{ТР}} \cdot n}, \quad (10.5)$$

где $\eta_{Э.П}$ – коэффициент экранирования полосы (табл. 10.2).

Таблица 10.3 – Коэффициент экранирования полосы связи трубчатых заземлителей $\eta_{Э.П}$

Число заземлителей	$\eta_{Э.П}$, при отношении расстояния между трубами к их длине ($L:l$)					
	3	2	1	3	2	1
	Трубы расположены в ряд			Трубы расположены по контуру здания		
2	0,95	0,91	0,81	0,75	0,58	0,50
5	0,90	0,85	0,72	0,71	0,50	0,41
10	0,79	0,70	0,59	0,55	0,39	0,33
20	0,65	0,55	0,40	0,44	0,32	0,27
30	0,57	0,45	0,30	0,40	0,30	0,23
50 и более	0,49	0,35	0,21	0,37	0,27	0,21

ЗАНЯТИЕ 11

ОЦЕНКА СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ПРОВОДНИКОВ ТОКА В ЭЛЕКТРОСЕТЯХ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИИ

Цель работы

Ознакомиться с прибором для измерения сопротивления изоляции и провести оценку соответствия сопротивления изоляции существующим нормам.

Общие сведения

Наземная электрическая изоляция различных токоведущих проводов является основой электробезопасности. Надежная и качественная электроизоляция может обеспечить практически 100% электробезопасность. Повреждение или отсутствие изоляции проводов и токоведущих частей электроустановок является одной из основных причин аварий и несчастных случаев. Материал изоляции должен соответствовать условиям окружающей среды и особенностям эксплуатации электрооборудования, т.е. должен быть устойчив к действию агрессивных веществ, влаги, нагреву и механическим воздействиям.

На практике электрическая изоляция может быть разрушена от механических повреждений, действия химически активной среды, повышенной температуры, неправильной эксплуатации электроустановок. При этом может появиться напряжение на корпусах, которые обычно не находятся под напряжением.

Сопротивление изоляции в сетях с напряжением до 1000 В должно быть не менее 0,5 МОм.

Сопротивление изоляции $R_{из}$ электрических машин зависит от их мощности и рассчитывается по формуле:

$$R_{из} = \frac{U}{1000 + \frac{N}{100}}, \quad (11.1)$$

где $R_{из}$ – сопротивление изоляции, МОм; U – напряжение тока, В; N – мощность машины, кВт.

Сопротивление изоляции – величина непостоянная, зависящая от приложенного напряжения (рис. 11.1).

Новые и прошедшие ремонт электроустановки (электрооборудование) могут быть приняты в эксплуатацию только после проверки сопротивления изоляции с удовлетворительным результатом. Кроме того, исправность изоляции проверяют периодически во время эксплуатации

электрооборудования не реже одного раза в год в сырых и не реже двух раз в год в особо сырых помещениях.

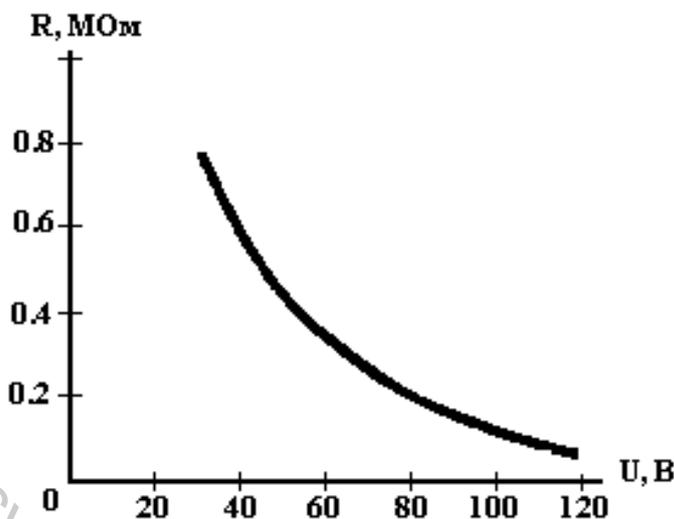


Рисунок 11.1 – Зависимость сопротивления изоляции $R_{ИЗ}$ от приложенного напряжения U

В сетях напряжением до 1000 В наиболее распространенный вид периодического контроля изоляции – измерение ее сопротивления мегомметром. Сопротивление изоляции измеряют у каждой фазы по отношению к земле и между фазами. Изоляция считается удовлетворительной, если ее сопротивление на участке сети между двумя предохранителями составляет не менее 0,5 МОм.

Помимо периодического существует и постоянный (непрерывный) контроль изоляции. Он проводится, как правило, под рабочим напряжением в течение всего периода работы электроустановки и включает в себя измерение сопротивления изоляции сети относительно земли и автоматическую сигнализацию (световую или звуковую) при снижении сопротивления.

ЗАДАЧА. Получить практические навыки работы с прибором для измерения сопротивления изоляции и провести оценку соответствия сопротивления изоляции существующим нормам.

Измерение сопротивления изоляции специально подобранных проводников производится с помощью мегомметра М 1101 (рис. 11.2). Шкала прибора имеет два ряда отметок: правая шкала соответствует пределу измерения от 0 до 500 МОм, левая – от 0 до 1000 кОм. Для переключения прибора на ту или иную шкалу имеется специальный переключатель L . Измеряемое сопротивление присоединяется к зажимам Z_1 и Z_2 .

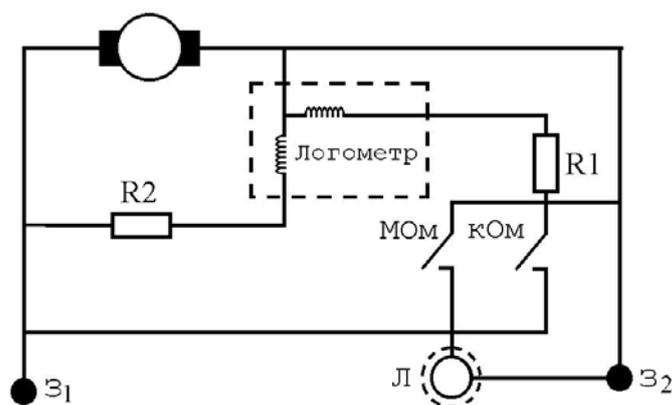


Рисунок 11.2 – Принципиальная электрическая схема мегомметра М 101:
 L – переключатель; R_1 – добавочное сопротивление в цепи рабочей рамки логометра; R_2 – сопротивление в цепи противодействующей рамки логометра;
 Z_1, Z_2 – пружинные зажимы прибора

Генератор мегомметра рассчитан на работу при скорости вращения рукоятки 120 об/мин, вращение рукоятки передаётся якорю генератора через зубчатую передачу, доводящую скорость вращения якоря до 1920 об/мин.

При вращении якоря в обмотке генератора индуцируется переменный ток, который при помощи коллектора выпрямляется и подаётся в схему. Генератор снабжен специальным центробежным регулятором.

Чтобы исключить влияние поверхностных токов утечки, выведен третий зажим «Э» (экран). С той же целью логометр и переключатель, а также «Л» экранированы от токов утечки. Экранировка показана на схеме пунктиром. Измерение сопротивления изоляции можно производить от токов утечки без экранирования и с экранированием. Экранированием обычно пользуются при измерении сопротивления, например, изоляции кабеля и изоляции приборов с электрическим экраном.

Порядок проведения оценки сопротивления изоляции

1. После ознакомления с устройством мегомметра М1101 производится проверка исправности прибора. Для чего вращают ручку генератора при разомкнутых зажимах и следят за тем, чтобы стрелка установилась на отметку ∞ шкалы мегомов, если переключатель находится в положении $M\Omega$, или на отметку 0 той же шкалы мегомов, если переключатель находится в положении $k\Omega$.

2. В зависимости от величины измеряемого сопротивления ставится переключатель на $k\Omega$ или $M\Omega$. К зажимам «Л» и «З» присоединяется измеряемое сопротивление.

3. Вращается ручка генератора со скоростью 120 об/мин. Отсчёт производится по соответствующей шкале. Мегомметр может применяться только для измерения изоляции цепей, не находящихся под напряжением. Перед измерением необходимо убедиться в отсутствии напряжения в

испытываемых электрических цепях.

4. Полученные данные занести в протокол проведения оценки сопротивления изоляции (табл. 11.1).

Таблица 11.1 – Протокол проведения оценки сопротивления изоляции

Класс электрооборудования по напряжению в сети питания	№ образца провода с изоляцией	Сопротивление изоляции провода, МОм	Вывод по соответствию $R_{из}$ нормам
до 1000 В			
свыше 1000 В			

ЗАНЯТИЕ 12

ПРОВЕРКА НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ СОСУДОВ (АППАРАТОВ) МЕТОДОМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УТЕЧКИ ГАЗОВ

Цель работы

Получить практические навыки проверки определения утечки газов из аппарата методом потери давления за определенный промежуток времени.

Общие сведения

Герметичность оборудования (аппаратов), коммуникаций, арматуры имеет очень важное значение для безопасной работы предприятий, цехов, отделений, отнесенных к пожаро- и взрывоопасным производствам.

Утечка токсичных газов и паров из технологических аппаратов может вызвать отравление обслуживающего персонала, если их концентрация в воздухе рабочей зоны производственного помещения превысит предельно допустимую концентрацию (ПДК), установленную по требованиям Санитарных норм и правил «Требования к контролю воздуха рабочей зоны», гигиенических нормативов «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Предельно допустимые уровни загрязнения кожных покровов вредными веществами» (Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь 11 октября 2017 г. № 92).

Условия безопасности персонала, обслуживающего технологические аппараты с возможными выделениями токсичных газов и паров, обеспечивается, если

$$C \leq C_{ПДК}, \quad (12.1)$$

где C – концентрация токсичного или вредного вещества в воздухе рабочей зоны помещения, мг/м³; $C_{ПДК}$ – предельно допустимая концентрация вещества, мг/м³.

Абсолютно исключить утечку среды из технологического оборудования практически невозможно из-за утечки веществ в помещение через неплотности разъемных соединений оборудования, и условие безопасности при этом реализуется применением приточно-вытяжной вентиляции.

Сосуд, работающий под давлением, представляет собой герметически закрытую емкость, предназначенную для ведения химических или тепловых процессов, а также для хранения и перевозки сжатых, сжиженных и растворенных газов и жидкостей под давлением. Границей сосуда являются входные и выходные штуцера. Сосуды, работающие под давлением, делятся на:

– *стационарные* – относятся постоянно установленные сосуды, предназначенные для эксплуатации в одном определенном месте (автоклавы, резервуары, колонны, реакторы, аппараты и т.п.);

– *передвижные* – это сосуды, предназначенные для временного использования в различных местах или во время их перемещения (баллоны, цистерны, бочки).

На основании Закона Республики Беларусь «О промышленной безопасности», безопасность устройства, изготовления и эксплуатации сосудов, работающих под давлением, определяется Правилами по обеспечению промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением (Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь 28 января 2016 г. № 7).

На каждом сосуде должна быть прикреплена табличка со следующими данными: товарный знак или наименование изготовителя; наименование или обозначение сосуда; порядковый номер сосуда по системе нумерации предприятия-изготовителя; год изготовления; рабочее давление, МПа; расчетное давление, МПа; пробное давление, МПа; допустимая максимальная и (или) минимальная рабочая температура стенки, °С; масса сосуда, кг.

Все сосуды после их изготовления проходят гидравлическое и (или) пневматическое испытания. На практике аппараты на герметичность проверяют следующими методами:

1. По потере давления за определенный промежуток времени при испытании рабочим давлением.

2. Погружением сосуда, находящегося под давлением инертного газа, в воду и место неплотности определяется по следу всплывающих пузырьков. Так, баллоны для ацетилена, наполненные пористой массой, при техническом освидетельствовании испытывают азотом под давлением 0,35 МПа, при этом баллоны погружают в воду на глубину не менее 1 м.

3. При помощи галоидного течеискателя или обмыливанием всех разъемных соединений сосуда. Место течи обнаруживается по пузырькам.

4. При помощи электронных приборов.

Достоинством первого метода является то, что с достаточной точностью определяется величина утечки, производится расчет материального баланса и рассчитывается производительность вентиляции. Недостаток этого метода состоит в том, что место течи не устанавливается. Поэтому на практике, как правило, сочетают первый и третий методы.

ЗАДАЧА. Получить практические навыки проверки определения утечки газов из аппарата методом потери давления за определенный промежуток времени и провести оценку надежности уплотнения.

Порядок проведения проверки

1. Для определения утечки газов из аппарата методом потери давления за

определенный промежуток времени на поверхность фланца устанавливают прокладку из исследуемого материала (резина, паронит и др.). Затем сверху накладывают съемный фланец и ввинчивают болты. Для равномерности затяжки болтов фланцевого соединения гайки закручивают динамометрическим ключом сначала «крест-накрест», а затем «вкруговую» каждую поочередно и записывают в протокол проведения оценки показания динамометрического ключа (момент на ключе $M_{кл}$). В сосуде создают испытуемое давление (P_H), закрывают вентиль, одновременно включают секундомер и наблюдают падение давления в аппарате в течение 3 минут. Конечное давление (P_K) фиксируют в протоколе оценки. Затем полностью сбрасывают давление в сосуде открытием клапана сброса, увеличивают затяжку болтов в соответствии с расчетным усилием затяжки повторяют процедуру оценки. С каждой прокладкой проводят не менее 3 замеров.

2. Проводят оценку герметичности сосуда.

2.1. Усилие затяжки болтов фланцевого соединения сосуда определяется по формуле

$$N = \frac{M_{кл}}{K \cdot d_c + \frac{\varphi \cdot (D^3 - d_c^3)}{3 \cdot (D^2 - d_c^2)}} \quad (12.2)$$

где $M_{кл}$ – момент на ключе, Н·м; K – коэффициент, зависящий от конструкции резьбового соединения, принять $K = 0,18$; φ – коэффициент трения на опорной поверхности гайки, 0,3; D – наружный диаметр опорной поверхности гайки, 0,03 м; d_c – внутренний диаметр опорной поверхности гайки, 0,017 м.

2.2. Коэффициент негерметичности m рассчитывается по формуле

$$m = \frac{P_H - P_K}{\tau \cdot P_H} = \lambda(N), \quad (12.3)$$

где N – нагрузка на болты, Н, P_H – рабочее давление проверки в сосуде, МПа; P_K – конечное давление в сосуде после времени замера, МПа;

Таблица 12.1 – Протокол проведения эксперимента

№	Наименование материала прокладки	Момент на ключе $M_{кл}$, Н·м	Усилия затяжки болтов N , Н	$P_H \times 0,004$, МПа	$P_K \times 0,004$, МПа	τ , ч	m	Оценка уплотнения
	Резина							
	Паронит							

ЗАНЯТИЕ 13

ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ С ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТЬЮ

Цель занятия

Ознакомиться с организацией безопасного производства работ с повышенной опасностью; приобрести навыки по оформлению документов для выполнения работ с повышенной опасностью.

Общие сведения

К работам с повышенной опасностью относятся работы, требующие для безопасного их производства особо строгого соблюдения требований безопасности, высокой согласованности в действиях работников, осуществления специальных механических и организационных мер безопасности, а также постоянного контроля за ходом выполнения таких работ со стороны ответственных лиц. Признаки, по которым следует относить работы, к видам работ с повышенной опасностью:

- работы, связанные с процессами, которые создают повышенную опасность для жизни и здоровья работающих и окружающих их лиц;
- работы, связанные с применением предметов и орудий труда, представляющих повышенную опасность;
- работы, выполняемые в производственной среде, которая представляет повышенную опасность;
- работы, представляющие повышенную опасность в связи с их выполнением в специфических условиях.

К таким работам работы на высоте, строительные, строительномонтажные и ремонтно-строительные работы, работы в действующих электроустановках, огневые, земляные и др. Типовой перечень работ с повышенной опасностью, для проведения которых требуется предварительное обучение, стажировка и проверка знаний работников по вопросам охраны труда приведен в приложении 1 к Инструкции о порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний, работающих по охране труда, утвержденной постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28.11.2008 № 175 (с изменениями).

Наниматели с учетом типового перечня и требований соответствующих нормативных правовых актов определяют перечни профессий и должностей работников, выполняющих работы с повышенной опасностью.

Большинство работ с повышенной опасностью выполняются по наряду-допуску либо по другому разрешающему документу разового характера. Перечень работ, на которые составляется наряд-допуск, утверждается нанимателем. Право выдачи нарядов-допусков на выполнение работ с повышенной опасностью имеет строго определенный круг должностных лиц

согласно перечню, утвержденному руководителем или главным инженером организации. При этом могут быть регламентированы также конкретные установки и виды работ с повышенной опасностью, на которые может выдавать наряд-допуск то или иное должностное лицо.

Наряд-допуск оформляется в двух экземплярах. Первый экземпляр находится у лица, выдавшего наряд-допуск, второй – у руководителя работ. При производстве работ работающими сторонних организаций на территории организации наряд-допуск оформляется в трех экземплярах: первый экземпляр находится у лица, выдавшего наряд-допуск, второй – у руководителя работ, третий экземпляр выдается уполномоченному должностному лицу организации, на территории которой производятся работы, если иное не предусмотрено техническими нормативными правовыми актами, являющимися в соответствии с законодательными актами и постановлениями Правительства Республики Беларусь обязательными для соблюдения.

Наряд-допуск выдается на срок, необходимый для выполнения работ. В случае не завершения по каким-либо причинам работ в срок, установленный в наряде-допуске, он может быть продлен лицом, выдавшим наряд-допуск, на срок, необходимый для завершения работ. При возникновении в процессе работ опасных производственных факторов, не предусмотренных нарядом-допуском, работы прекращаются, наряд-допуск закрывается, возобновление работ производится после выдачи нового наряда-допуска.

Оформленный и выданный наряд-допуск регистрируется в журнале учета выдачи нарядов-допусков, в котором указываются:

- наименование структурного подразделения организации;
- номер наряда-допуска; дата выдачи наряда-допуска;
- дата и время проведения работ; место и краткое описание работ по наряду-допуску;
- фамилии, инициалы и подписи лиц, выдавших и получивших наряд-допуск, а также даты подписания;
- фамилия, инициалы и подпись лица, получившего закрытый после выполнения работ наряд-допуск, а также дата получения закрытого наряда-допуска.

Работы по ликвидации аварий могут проводиться без оформления наряда-допуска, но только до устранения прямой угрозы травмирования людей. Дальнейшие работы по ликвидации аварий и локализации их последствий должны проводиться после оформления наряда-допуска, за исключением аварийно-спасательных и других неотложных работ, проводимых органами и подразделениями по чрезвычайным ситуациям.

К наряду-допуску при необходимости прилагаются эскизы защитных устройств и приспособлений, схемы расстановки постов оцепления, установки знаков и плакатов безопасности. При выполнении работ в охранных зонах объектов газораспределительной системы, электрических и тепловых сетей, линий, сооружений электросвязи и радиотелефонии, магистральных

трубопроводов наряды-допуска выдаются при наличии соответствующих разрешений на их проведение.

Лицо, выдавшее наряд-допуск, устанавливает необходимость производства и объем работ, определяет возможность безопасного их выполнения и несет ответственность за:

- правильность и полноту указываемых в наряде-допуске мер безопасности;
- качественный и количественный состав исполнителей работ;
- назначение руководителя работ.

Руководитель работ:

- перед допуском к работе знакомит работающих с мероприятиями по безопасному производству работ;
- проводит целевой инструктаж по охране труда с записью в наряде-допуске;
- обеспечивает выполнение мероприятий, предусмотренных в наряде-допуске;
- осуществляет контроль за выполнением мероприятий, предусмотренных в наряде-допуске;
- при возникновении опасности для жизни и здоровья работающих принимает меры по ее устранению, при необходимости прекращает работы и обеспечивает эвакуацию работающих из опасной зоны.

Работы по наряду-допуску прекращаются, наряд-допуск изымается и возвращается лицу, его выдавшему, в случаях:

- обнаружения несоответствия фактического состояния условий производства работ требованиям безопасности, предусмотренным нарядом-допуском;
- изменения объема и характера работ, вызвавших изменения условий выполнения работ; обнаружения руководителем работ или другими лицами, осуществляющими контроль за состоянием охраны труда, нарушений работниками требований безопасности;
- изменения состава исполнителей работ более чем на 50 процентов.

К выполнению работ можно приступить только после получения нового наряда-допуска.

После полного завершения работ по наряду-допуску, он закрывается руководителем работ и возвращается лицу, выдавшему наряд-допуск, который также делает в нем отметку о завершении работ. Форма наряда-допуска представлена приложениях В и Г.

ЗАДАЧА. Изучить правила выполнения работ с повышенной опасностью. Изучить правила заполнения наряда-допуска на выполнение работ с повышенной опасностью. В соответствии с описанием выполняемой работы с повышенной опасностью составить наряд-допуск на выполнение работы с повышенной опасностью.

Описание выполняемой работы с повышенной опасностью

Вариант 1 – Работа проводится в колодце по устранению утечки горячей воды на территории предприятия.

Вариант 2 – Проводятся земляные работы по благоустройству в санитарно-защитной зоне, где проложен кабель линий электропередачи.

Вариант 3 – Проводится погрузка строительных конструкций автокраном в охранной зоне воздушных линий электропередачи.

Вариант 4 – Проводятся электросварочные работы по установке металлических решеток в кабинете административно-бытового корпуса.

Вариант 5 – Работа проводится по очистке от льда и снега на плоской крыше здания.

Вариант 6 – Проводятся работы по обрезке верхушек деревьев высотой более 6 м. При этом вблизи находятся действующие линии связи.

Вариант 7 – Проводятся работы на проезжей части дороги по замене бордюров, при этом движение транспорта не остановлено.

Вариант 8 – Проводится ремонт плоской крыши с применением паяльных ламп.

Вариант 9 – Проводятся работы по замене прокладок на трубопроводе с аммиаком.

Вариант 10 – Проводятся испытания тепловой сети на расчетное давление и расчетную температуру теплоносителя в производственном корпусе.

Вариант 11 – Проведение ремонтных работ на воздушных линиях электропередач напряжением до 1000 В.

Вариант 12 – Проведение земляных работ при прокладке тепловых сетей в охранной зоне кабельных линий связи.

Вариант 13 – Выполнение технического обслуживания парогазотурбинного оборудования.

Вариант 14 – Выполнение газосварочных работ в административном здании.

ЗАНЯТИЕ 14

РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ

Цель работы

Получить практические навыки по определению пожарной опасности легковоспламеняющихся жидкостей.

Общие сведения

Большинство промышленных предприятий отличается повышенной пожарной опасностью, так как их характеризуют сложность производственных процессов и установок, наличие значительного количества огнеопасных жидкостей, горючих газов, твердых сгораемых материалов, большого количества емкостей и аппаратов, в которых находятся пожароопасные продукты под давлением, разветвленной сети трубопроводов с запорно-пусковой и регулирующей арматурой, большого количества электроустановок.

Пожарная опасность – возможность возникновения или развития пожара, заключенная в каком-либо веществе или процессе.

Пожароопасность веществ и материалов – это совокупность свойств, характеризующих их способность к возникновению и распространению горения. Она определяется показателями, выбор которых зависит от агрегатного состояния вещества (материала) и условий его применения.

Горение – быстро протекающая реакция окисления горючего вещества, сопровождающаяся выделением значительного количества тепла и излучением света. Горение возможно только при наличии горючего вещества, окислителя и источника зажигания. Все горючие жидкости способны испаряться, и их горение происходит в паровой фазе, находящейся над поверхностью жидкости; количество паров зависит от состава жидкости и ее температуры. Горение жидкости, как и любого горючего вещества, начинается с воспламенения, которое возможно только при условии частичного испарения жидкости и смешивания ее паров с воздухом.

Вспышка – быстрое горение горючей смеси паров жидкости с воздухом, не сопровождающееся образованием области сжатых газов.

Температура вспышки – наименьшая температура горючего вещества, при которой над его поверхностью образуются пары и газы, способные вспыхивать от постороннего внешнего источника. При такой температуре еще не возникает устойчивого горения вещества, т.к. скорость образования паров и газов незначительна, и поэтому наблюдается только сгорание образовавшейся смеси, после чего пламя гаснет.

В зависимости от температуры вспышки жидкости подразделяются на *легковоспламеняющиеся (ЛВЖ)* с температурой вспышки паров не выше 61 °С (в закрытом тигле) или 66 °С (в открытом тигле) и *горючие (ГЖ)* с

температурой вспышки выше 61 °С и 66 °С соответственно. К ЛВЖ относятся, например, бензин, керосин, ацетон и др., к ГЖ – минеральные и растительные масла и др.

ЗАДАЧА. Получить практические навыки работы с прибором для измерения температуры вспышки ЛВЖ, провести оценку параметров пожарной опасности ЛВЖ. Определить категорию помещения по взрыво- и пожароопасности.

Порядок проведения оценки пожарной опасности жидкостей

Прибор для определения температуры вспышки паров горючих и легковоспламеняющихся жидкостей с электрическим подогревом (ПВНЭ). В крышке имеются отверстия – одно в центре и два меньшего размера по бокам, которые открываются при смещении подвижной заслонки. При повороте зубец, закрепленный на подвижной заслонке, упирается в зажигательную лампочку и в тот момент, когда заслонка полностью откроет все отверстия, пламя зажигательной лампочки вводится через центральное отверстие в реакционный сосуд. Для зажигания паров жидкости в смеси с воздухом используют фитильную лампочку, заправленную легким маслом; пламя лампочки регулируют так, чтобы оно имело форму сферы диаметром 4–5 мм. Иногда в момент вспышки паров пламя лампочки гаснет.

1. Рассчитать предварительную температуру вспышки жидкости, пользуясь эмпирическими формулами (14.1–14.3) при заданной температуре кипения. Определить истинную температуру вспышки паров испытуемой жидкости по формулам (14.4) и (14.5).

Предварительную температуру вспышки (по Кельвину) можно приближенно рассчитать, пользуясь эмпирической формулой

$$T'_B = 0,736 \cdot T_K, \quad (14.1)$$

где T'_B – предварительная температура вспышки, К; T_K – температура кипения жидкости, К.

Температура кипения жидкости (K) определяется по формуле

$$T_K = t_K + 273. \quad (14.2)$$

где t_K – температура кипения жидкости, °С.

Предварительно температура вспышки в °С определяется по формуле

$$t'_B = T'_B - 273, \quad (14.3)$$

где t'_B – предварительная температура вспышки, °С;

Поправку на величину атмосферного давления определяют по формуле

$$\Delta t = 0,345 \cdot (P - 101,3), \quad (14.4)$$

где Δt – поправка на барометрическое давление, °С; P – барометрическое давление в момент испытания, кПа; $101,3$ кПа – барометрическое давление в нормальных условиях.

Расчетная температура вспышки определяется по формуле

$$t_B = t'_B + \Delta t, \quad (14.5)$$

2. Избегая образования брызг и пузырьков, наполнить тигель исследуемой жидкостью до отметки уровня. Тигель закрыть крышкой и, избегая сотрясения, вставить его в ванну.

3. Включаем в сеть электронагреватель (электроплитку) прибора. Скорость нагрева жидкости должна быть 1 °С/мин (если температура вспышки ниже 50 °С) или $5-6$ °С/мин (если вспышка происходит в интервале $50-150$ °С). При нагреве жидкости необходимо постоянно ее перемешивать.

4. Оценивание проводят начиная с температуры на 10 °С меньшей ожидаемой температуры вспышки через 1 °С, если она ниже 50 °С, и через 2 °С, если она выше 50 °С. При достижении такой температуры жидкости зажигают фитильную лампочку. Во время испытания производят перемешивание и, поворачивая головку механизма заслонки так, чтобы тело лампочки доходило до центра отверстия крышки, производят зажигание паро-воздушной смеси внутри тигля. Отверстие крышки должно быть открытым не более 1 с. Если вспышка не произошла, испытуемую жидкость продолжают перемешивать, повторяя операцию зажигания через указанные ранее промежутки температуры жидкости. За температуру вспышки принимают температуру, показываемую термометром при появлении над поверхностью жидкости ясно различимого синего пламени.

5. Результаты оценки показателей пожарной опасности жидкости занести в таблицу 14.1 протокола оценки.

6. Определить категорию помещения по пожароопасности (табл. 14.2).

Таблица 14.1 – Оценки показателей пожарной опасности жидкости

Наименование горючей жидкости	Номера проб на вспышку и показания термометра, °С					Барометрическое давление, кПа	Поправка на барометрическое давление, °С	Расчетное значение температуры вспышки, °С	Экспериментальное значение температуры вспышки, °С	Категория помещения по пожароопасности
	1	2	3	4	5					

Таблица 14.2 – Категории помещений по взрывопожароопасности в соответствии с ТКП 474-2013. Категорирование помещений, зданий и наружных установок.

Категория помещения	Характеристика вещества и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А Взрывопожароопасная	Горючие газы с нижним пределом воспламенения 10 % и ниже, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки до 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или один с другим в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б Взрывопожароопасная	Горючие газы, нижний предел воспламенения которых выше 10 %, горючие пыли или волокна, ЛВЖ с температурой вспышки более 28 °С, ГЖ в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1-В4 Пожароопасная	Легковоспламеняющиеся, горючие и трудногорючие жидкости, пожароопасные твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или один с другим только гореть при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б
Г1, Г2	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Классы помещения по взрыво- и пожароопасности

Зоны класса В-I – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы.

Зоны класса В-Ia – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом при нормальных условиях не образуются, а образование их возможно только в результате аварий или неисправностей.

Зоны класса В-Iб – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а образование их возможно только в результате аварий или неисправностей, характеризующихся одной из следующих особенностей:

– горючие газы в этих зонах обладают высоким нижним концентрационным пределом распространения пламени (15 % об. и более) и резким запахом (например, машинные залы аммиачных компрессоров);

– помещения, где присутствует газообразный водород, в которых по условиям технологического процесса исключается образование взрывоопасной смеси в объеме помещения, имеют взрывоопасную зону только в верхней части помещения от отметки 0,75 общей высоты помещения, считая от уровня пола, но не выше кранового пути, если таковой имеется.

Зоны класса В-Iв – зоны лабораторных и других помещений, в которых горючие газы или ЛВЖ имеются в небольших количествах, недостаточных для создания взрывоопасной смеси в зоне, превышающей 5 % свободного объема помещения и в которых работа с горючими газами и ЛВЖ проводится без применения открытого огня. Эти зоны не относятся к взрывоопасным, если работа с горючими газами и ЛВЖ проводится в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами.

Зоны класса В-Iг – пространства наружных установок: технологических установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ; надземных и подземных резервуаров с ЛВЖ или горючими газами; открытых нефтеловушек, прудов-отстойников с плавающей нефтяной пленкой и т.п.

Зоны класса В-II – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таком количестве и с такими свойствами, что они способны образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы.

Зоны класса В-IIa – зоны, расположенные в помещениях, в которых опасные состояния таких смесей не возникают при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

Помещения и установки, в которых содержатся жидкости с температурой вспышки выше 61 °С и пыли с НКПР выше 65 г·м⁻³, относятся к пожароопасным и классифицируются по следующим зонам:

Зона класса П-I – помещения, в которых содержатся горючие жидкости (например, масла).

Зона класса П-II – помещения, в которых содержатся горючие пыли с НКПР выше $65 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$.

Зона класса П-IIa – помещения, в которых содержатся твердые горючие вещества, неспособные переходить во взвешенное состояние.

Установки класса П-III – наружные установки, в которых содержатся жидкости с температурой вспышки выше $61 \text{ }^\circ\text{C}$ или твердые горючие вещества.

Витебский государственный технологический университет

ЗАНЯТИЕ 15

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛОВ ВЗРЫВАЕМОСТИ ПАРОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ

Цель работы

Ознакомиться с методами определения взрыво- и пожароопасных свойств горючих и легковоспламеняющихся жидкостей; определить концентрационные и температурные пределы взрываемости паров горючих и легковоспламеняющихся жидкостей в смеси с воздухом при атмосферном давлении.

Общие сведения

Современные предприятия характеризуются использованием, переработкой и получением большого количества пожаро- и взрывоопасных продуктов.

Взрывоопасной средой являются смеси веществ (газов, паров и пылей) с окислителями (кислородом, озоном, хлором, оксидами азота и др.).

Основными параметрами, характеризующими взрывоопасность среды, являются: температура вспышки, температурные и концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения), нормальная скорость распространения пламени, минимальная энергия зажигания и др.

Взрыв паровоздушных смесей возможен только в определенном диапазоне концентраций, т.е. они характеризуются концентрационными пределами взрываемости.

Нижним и верхним концентрационными пределами взрываемости НКПВ и ВКПВ называются соответственно минимальная и максимальная концентрации горючих газов, паров и пылей в смеси с воздухом, при которых они способны взрываться от внешнего источника зажигания с последующим распространением пламени по смеси.

Концентрацией называется отношение объема пара, находящегося в смеси, к объему всей паровоздушной смеси.

Интервал между нижним и верхним концентрационными пределами взрываемости называется *областью (диапазоном) взрываемости*. Величины пределов взрываемости используют при расчете допустимых концентраций внутри технологических аппаратов, вентиляции, а также при определении предельно допустимой взрывоопасной концентрации паров и газов при работе с применением искрящего инструмента.

Значения НКПВ для паров различных горючих и легковоспламеняющихся жидкостей различны, и чем меньше НКПВ, тем более опасной является жидкость, так как при испарении, например, случайно пролившейся жидкости быстрее образуется взрывоопасная смесь и, следовательно, раньше наступает аварийная обстановка. Чем шире диапазон

между НКПР и ВКПР, тем опасней являются легковоспламеняющиеся жидкости. Для газов и паров жидкости НКПР и ВКПР определяются в объемных процентах, для пыли и волокон – в граммах на кубический метр.

Особенность паровоздушной смеси состоит в том, что концентрация паров в воздухе при данных температуре и давлении не может быть более определенной величины. Это следует из свойств двухфазных систем жидкость – пар. Для каждой жидкости, находящейся в закрытом сосуде, при данных значениях давления и температуры наступает равновесное состояние, при котором количество испаряющихся и конденсирующихся молекул вещества равно. Такой пар называется *насыщенным*. Таким образом, при данных температуре и давлении максимально возможная концентрация пара в воздухе представляет собой определенную для данной жидкости величину.

Экспериментально концентрационные пределы определяют путем пробных попыток поджечь паровоздушную смесь с различной концентрацией пара. Кроме объемных пределов воспламенения для паровоздушных смесей, паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей имеются температурные пределы воспламенения (взрываемости).

Нижним и верхним температурными пределами воспламенения (НТПВ_Д, ВТПВ_Д) паров в воздухе называются такие температуры вещества, при которых его насыщенные пары образуют в воздухе концентрации, равные нижнему или верхнему концентрационному пределу взрываемости.

Температурные пределы взрываемости учитывают при расчете безопасных температурных режимов закрытых технологических аппаратов с жидкостями и летучими твердыми веществами, работающих при атмосферном давлении. Горение газовых смесей всегда происходит в кинетической области, т.е. при горении заранее перемешанного горючего газа (паров) с воздухом.

Фронт пламени – узкая зона, в которой подогревается смесь и протекает химическая реакция; оба участка примерно равны и в зависимости от скорости пламени составляют вместе от 1–2 до десятых долей миллиметра (при атмосферном давлении). Распространение пламени произвольной формы, не осложненное внешними воздействиями, происходит от каждой точки фронта пламени по нормали к его поверхности. Такое горение называется *нормальным*.

Нормальная скорость распространения пламени ($V_H < 10$ м/с) является фундаментальной характеристикой определенной горючей смеси и представляет собой минимальную скорость пламени.

Взрывное горение – достаточно быстрое сгорание горючей смеси, при котором скорость пламени равна десяткам и сотням метров в секунду, но не превосходит скорость распространения звука в данной среде. При определенных условиях нормальное и взрывное горение может перейти в особую форму – *детонацию*, при которой скорость распространения пламени превышает скорость распространения звука в данной среде и может достигать 1000–5000 м/с. Чаще всего детонация возникает при горении газов в трубопроводах большой длины при определенных концентрациях горючего

вещества в воздухе или кислороде (от 6,5 до 15 % ацетилена в смеси с воздухом; от 27 до 35 % водорода в смеси с кислородом и т.д.). Скорость детонационной волны и давление в ней не зависят от скорости реакции в пламени, а определяются тепловым эффектом реакции и теплоемкостями продуктов сгорания.

Взрывоопасная зона – помещение или ограниченное пространство в помещении или наружной установке, в котором имеются или могут образоваться взрывоопасные смеси.

При определении взрывоопасных зон принимается, что взрывоопасная зона в помещении занимает весь объем помещения, если объем взрывоопасной смеси превышает 5 % свободного объема помещения. Взрывоопасной считается зона в помещении в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от технологического аппарата, из которого возможно выделение горючих газов или паров ЛВЖ, если объем взрывоопасной смеси равен или менее 5 % свободного объема помещения. Помещение за пределами взрывоопасной зоны следует считать невзрывоопасным, если нет других факторов, создающих в нем взрывоопасность.

Пожароопасная зона – пространство внутри и вне помещений, в пределах которого постоянно или периодически обращаются горючие вещества и в котором они могут находиться при нормальном технологическом процессе или при его нарушениях.

ЗАДАЧА. Изучить порядок определения взрыво- и пожароопасных свойств горючих и легковоспламеняющихся жидкостей. В соответствии с предложенными жидкостями (табл. 15.1) определить концентрационные и температурные пределы взрываемости паров горючих и легковоспламеняющихся жидкостей, категорию и класс помещения по взрыво- и пожароопасности.

Порядок определения взрыво- и пожароопасных свойств горючих и легковоспламеняющихся жидкостей

1. По заданию преподавателя выбрать 4–5 жидкостей (табл. 15.1) и составить уравнения реакций горения, определив необходимое число молекул кислорода для проведения реакции.

2. Определить по формуле (15.1) значение нижнего концентрационного предела воспламенения.

Таблица 15.1 – Перечень горючих и легковоспламеняющихся жидкостей

Наименование жидкостей	Химическая формула	Плотность жидкости при 20 °С, г/см ³	Номер точки на номограмме
Диэтиловый эфир	$C_2H_5OC_2H_5$	0,7135	1
Этилформиат	$HCO_2C_2H_5$	0,92	2
Метилацетат	CH_3COCH_3	0,925	3
н-Гексан	$CH_3(CH_2)_4CH_3$	0,6595	4
Бензол	C_6H_6	0,879	5
Толуол	$C_6H_5CH_3$	0,867	6
Ацетон	CH_3COCH_3	0,7905	7
Метиловый спирт	CH_3OH	0,7915	8
Этиловый спирт	C_2H_5OH	0,7895	9
н-Пропиловый спирт	C_3H_7OH	0,8035	10
н-Бутиловый спирт	C_4H_9OH	0,8086	11

3. Определить по формуле (15.2) значение верхнего концентрационного предела воспламенения.

С относительной степенью точности нижний и верхний концентрационные взрываемости могут быть определены методом расчета по формулам:

$$НКПВ_{II} = \frac{100}{4,76 \cdot (N - 1) + 1}, \% \quad (15.1)$$

$$ВКПВ_{II} = \frac{4 \cdot 100}{4,76 \cdot N + 4}, \% \quad (15.2)$$

где N – число молекул кислорода, необходимое для полного сгорания одной молекулы вещества (определяемое из уравнения реакции горения).

4. Определение нижнего температурного предела воспламенения. Нижний температурный предел воспламенения определяется по нижнему концентрационному пределу распространения пламени, определенному в п. 2. Для этого необходимо по формуле (15.3) определить давление насыщенного пара, соответствующее НКПВ_{II}; по номограмме (рис. 15.1) определить температуру, соответствующую давлению насыщенного пара. Определенная таким образом температура является нижним температурным пределом распространения пламени для испытуемой горючей жидкости.

5. Определение верхнего температурного предела воспламенения. Верхний температурный предел воспламенения определяется по верхнему концентрационному пределу распространения пламени, определенному в п. 3. Затем необходимо по формуле (15.3) определить давление насыщенного пара,

соответствующее ВКПВ_{пл}; по номограмме (рис. 15.1) определить температуру, соответствующую давлению насыщенного пара. Определенная таким образом температура является верхним температурным пределом распространения пламени для испытываемой горючей жидкости.

Парциальное давление – давление пара или газа, которое он производил бы один, занимая такой же объем, какой занимает вся смесь.

Определив расчётно концентрационные пределы, по формулам (15.1) и (15.2) вычисляют значения P_n , соответствующие этим пределам (формула 15.3).

$$P_n = \frac{C \cdot P_0}{100}, \quad (15.3)$$

где P_n – парциальное давление пара жидкости, мм рт. ст.; C – объемная концентрация пара в воздухе, принимается равной НКПР и ВКПР, %; P_0 – атмосферное давление, определяемое по барометру мм рт. ст.

Затем, принимая значения P_n равным давлению насыщенного пара, можно определить температуру насыщенного пара, т.е. температурный предел распространения пламени по номограмме (рис. 15.1). Для нахождения по номограмме температуры насыщенного пара (по давлению насыщенного пара) надо провести прямую через точку, обозначенную номером для соответствующей жидкости (табл. 15.1) и точку на шкале давлений. Точка пересечения прямой со шкалой температур соответствует температуре насыщенного пара данной жидкости при давлении P_n . Для жидкостей, точки которых расположены на номограмме слева от шкалы давлений, температура берется по левой шкале; для тех, что справа, – по правой.

6. Данные расчётов внести в протокол оценки показателей пожарной опасности жидкостей (табл. 15.2).

7. Определить категорию помещения и класс помещения по взрыво- и пожароопасности (занятие 14, табл. 14.2).

Таблица 15.2 – Протокол оценки показателей пожарной опасности жидкостей

Наименование жидкости	Химический состав	Расчетное значение НКПВ _{пл} , %	Расчетное значение ВКПВ _{пл} , %	Значение НТПВ _{пл} , °С	Значение ВТПВ _{пл} , °С	Категория помещения по взрыво-пожароопасности	Класс помещения по взрыво-пожароопасности

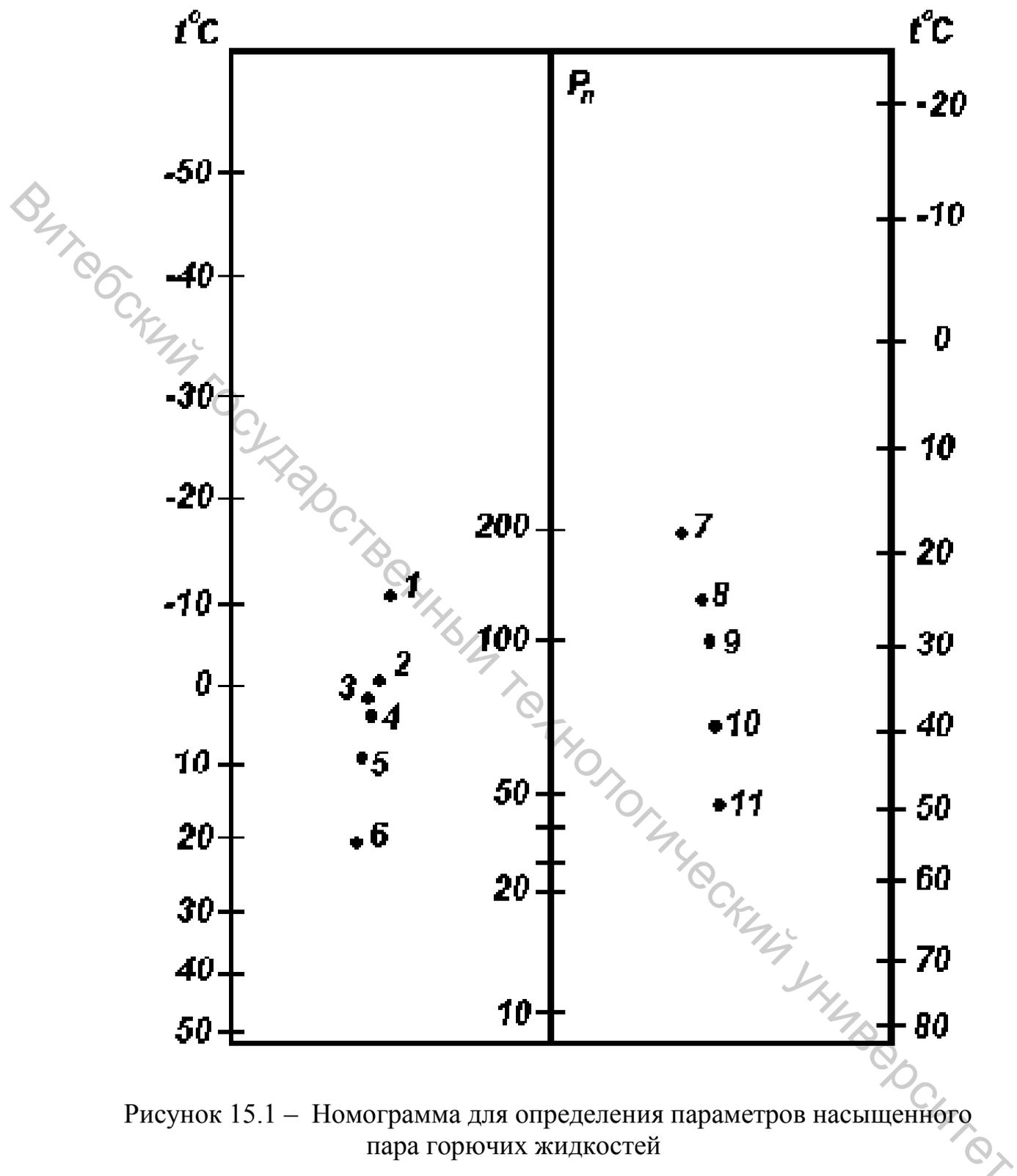


Рисунок 15.1 – Номограмма для определения параметров насыщенного пара горючих жидкостей

ЗАНЯТИЕ 16

РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ

Цель работы

Ознакомиться с методикой оценки пожаробезопасности зданий и рабочих помещений.

Общие сведения

Основной задачей при возникновении пожара является обеспечение безопасности людей. Одним из способов, обеспечивающих безопасность людей, является их эвакуация.

Эвакуация – процесс организованного самостоятельного движения людей наружу или в безопасную зону из помещений, в которых имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара, а также несамостоятельного перемещения людей, относящихся к группам населения с ограниченными возможностями передвижения, осуществляемого обслуживающим персоналом.

Эвакуационный путь (путь эвакуации) – путь движения и (или) перемещения людей, ведущий непосредственно наружу или в безопасную зону, удовлетворяющий требованиям безопасной эвакуации при пожаре.

Эвакуационный выход – выход, ведущий на путь эвакуации, непосредственно наружу или в безопасную зону.

Аварийный выход – выход (дверь, люк), ведущий на путь эвакуации, непосредственно наружу или в безопасную зону, который используется как дополнительный выход для спасания людей, но не учитывается при оценке соответствия необходимого количества и размеров эвакуационных путей и выходов условиям безопасной эвакуации людей при пожаре.

Безопасная зона – зона, в которой люди защищены от воздействия опасных факторов пожара или в которой опасные факторы пожара отсутствуют.

Необходимое время эвакуации – время с момента возникновения пожара, в течение которого люди должны эвакуироваться в безопасную зону без причинения вреда их жизни и здоровью в результате воздействия опасных факторов пожара.

Защиту путей эвакуации следует предусматривать исходя из условия обеспечения безопасной эвакуации людей с учётом функциональной пожарной опасности помещений, выходящих на эвакуационный путь, количества эвакуируемых, степени огнестойкости и класса здания по функциональной пожарной опасности, количества эвакуационных выходов с этажа и из здания в целом, а также технических средств противопожарной защиты.

В соответствии с ТКП 45-2.02–2006 «Здания и сооружения. Эвакуационные пути и выходы» выходы являются эвакуационными, если они

ведут из помещений:

а) первого этажа – наружу непосредственно, через коридор, вестибюль (фойе), коридор и вестибюль, коридор и лестничную клетку;

б) любого надземного этажа – непосредственно на лестницу 3 типа, непосредственно в лестничную клетку или в коридор (холл), ведущий в лестничную клетку или на лестницу 3 типа; при этом лестничные клетки должны иметь выход наружу непосредственно или через вестибюль, отделённый от примыкающих коридоров перегородками с дымонепроницаемыми дверями;

в) подвального или цокольного этажа – наружу непосредственно, через лестничную клетку или через коридор, ведущий в лестничную клетку, при этом лестничные клетки должны иметь выход наружу непосредственно, изолированный от вышележащих этажей;

г) в соседнее помещение на том же этаже, обеспеченное выходами, указанными в подпунктах «а» ÷ «в», за исключением специально оговоренных случаев.

Эвакуационные выходы наружу допускается предусматривать через тепловые тамбуры.

Выходы из помещений и этажей *не считаются эвакуационными*, если они ведут:

а) через помещения категорий А и Б по взрывопожарной и пожарной опасности и тамбур-шлюзы при них, а также через производственные помещения любой категории в зданиях VI–VIII степеней огнестойкости (кроме выходов из помещений для размещения инженерного оборудования);

б) через лифтовые холлы (при отсутствии в ограждениях лифтовых шахт противопожарных дверей 2-го типа);

в) через кабельные сооружения (помещения);

г) через помещения, выходы из которых должны быть закрыты по условиям эксплуатации;

д) через «проходные» лестничные клетки, когда площадка лестничной клетки является частью коридора, а также через помещение, в котором расположена лестница 2 типа, не являющаяся эвакуационной;

е) по кровле зданий, за исключением эксплуатируемой кровли или специально оборудованного участка кровли.

Части здания различной функциональной пожарной опасности, разделённые противопожарными стенами и перекрытиями 1-го типа (пожарные отсеки), должны быть обеспечены самостоятельными путями эвакуации.

Количество и суммарная ширина эвакуационных выходов определяется в зависимости от максимально возможного числа эвакуирующихся через них людей и предельно допустимого расстояния от наиболее удалённого места их возможного пребывания до ближайшего эвакуационного выхода.

Здания и сооружения подразделяются по степени огнестойкости и классам функциональной пожарной опасности, а также по категориям по взрывопожарной и пожарной опасности.

Класс функциональной пожарной опасности здания определяется его назначением и особенностями размещаемых в нём технологических процессов. Здания и сооружения по функциональной пожарной опасности подразделяются на следующие классы:

Ф1 – Для постоянного проживания и временного (в том числе круглосуточного) пребывания людей (помещения в этих зданиях, как правило, используются круглосуточно, контингент людей в них может иметь различный возраст и физическое состояние, для этих зданий характерно наличие спальных помещений):

Ф1.1 Дошкольные учреждения, дома престарелых и инвалидов, больницы, спальные корпуса школ-интернатов и детских учреждений;

Ф1.2 Гостиницы, общежития, спальные корпуса санаториев и домов отдыха общего типа, кемпингов, мотелей и пансионатов;

Ф1.3 Многоквартирные жилые дома;

Ф1.4 Одноквартирные, в том числе блокированные жилые дома;

Ф2 – Зрелищные и культурно-просветительные учреждения (основные помещения в этих зданиях характерны массовым пребыванием посетителей в определённые периоды времени):

Ф2.1 Театры, кинотеатры, концертные залы, клубы, цирки, спортивные сооружения с трибунами и другие учреждения с расчётным числом посадочных мест для посетителей в закрытых помещениях;

Ф2.2 Музеи, выставки, танцевальные залы и другие подобные учреждения в закрытых помещениях;

Ф2.3 Сооружения, указанные в Ф2.1, на открытом воздухе;

Ф2.4 Учреждения, указанные в Ф2.2, на открытом воздухе.

Ф3 – Предприятия по обслуживанию населения (помещения этих предприятий характерны большей численностью посетителей, чем обслуживаемого персонала):

Ф3.1 Предприятия торговли;

Ф3.2 Предприятия общественного питания;

Ф3.3 Вокзалы;

Ф3.4 Поликлиники и амбулатории;

Ф3.5 Помещения для посетителей предприятий бытового и коммунального обслуживания (почт, сберегательных касс, транспортных агентств, юридических консультаций, нотариальных контор, прачечных, ателье по пошиву и ремонту обуви и одежды, химической чистки, парикмахерских и других подобных, в том числе ритуальных и культовых учреждений) с нерасчётным числом посадочных мест для посетителей;

Ф3.6 Физкультурно-оздоровительные комплексы и спортивно-тренировочные учреждения без трибун для зрителей, бытовые помещения,

бани.

Ф4 – Учебные заведения, научные и проектные организации, учреждения управления (помещения в этих зданиях используются в течение суток некоторое время, в них находится, как правило, постоянный, привыкший к местным условиям контингент людей определённого возраста и физического состояния):

Ф4.1 Школы и внешкольные учебные заведения, средние специальные учебные заведения, профессионально-технические училища;

Ф4.2 Высшие учебные заведения, учреждения повышения квалификации;

Ф4.3 Учреждения органов управления, проектно-конструкторские организации, информационные и редакционно-издательские организации, научно-исследовательские организации, банки, конторы, офисы;

Ф4.4 Пожарные депо.

Ф5 – Производственные и складские здания, сооружения и помещения (для помещений этого класса характерно наличие постоянного контингента работающих, в том числе круглосуточно):

Ф5.1 Производственные здания и сооружения, производственные и лабораторные помещения, мастерские;

Ф5.2 Складские здания и сооружения, стоянки для автомобилей без технического обслуживания и ремонта, книгохранилища, архивы, складские помещения;

Ф5.3 Сельскохозяйственные здания;

Ф5.4 Административные и бытовые здания предприятий.

Производственные и складские помещения, в том числе лаборатории и мастерские в зданиях классов Ф1, Ф2, Ф3 и Ф4 относятся к классу Ф5.

Степень огнестойкости здания характеризуется пределами огнестойкости и классами пожарной опасности строительных конструкций.

Таблица 16.1 – Предел огнестойкости и класс пожарной опасности строительных конструкций

Степень огнестойкости здания	Предел огнестойкости и класс пожарной опасности строительных конструкций							
	Несущие элементы здания	Самонесущие стены	Наружные несущие стены	Перекрытия междуэтажные (в т.ч. чердачные и над подвалами)	Элементы бесчердачных покрытий		Лестничные клетки	
					Настилы, в т.ч. с утеплителем	Фермы, балки, прогоны	Внутренние стены	Марши и площадки лестниц
I	R 120-КО	RE 90-КО	E 60-КО	REI 90-КО	RE 30-КО	R 30-КО	REI 120-КО	R 60-КО
II	R 120-КО	RE 75-КО	E 30-КО	REI 60-КО	RE 30-КО	R 30-КО	REI 120-КО	R 60-КО
III	R 90-КО	RE 60-КО	E 30-КО	REI 60-КО	RE 30-КО	R 30-КО	REI 105-КО	R 45-КО
IV	R 60-КО	RE 45-КО	E 30-K1	REI 45-КО	RE 15-K1	R 15-K1	REI 90-КО	R 45-КО
V	R 45-K1	RE 30-K1	E15-K2	REI 45-K1	RE 15-K1	R 15-K1	REI 60-КО	R 45-КО
VI	R 30-K2	RE 15-K2	E15 -K2	REI 30-K2	RE15-K2	R15-K2	REI 45-КО	R 30-K1
VII	R 15-K3	RE 15-K3	E 15-K3	REI 15-K3	RE 10-K3	R 10-K3	REI 30-K1	R 15-K2
VIII	Н.Н.-К3	Н.Н.-К3	Н.Н.-К3	Н.Н.-К3	Н.Н.-К3	Н.Н.-К3	Н.Н.-К1	Н.Н.-К2

ЗАДАЧА. В рабочем помещении, облицованном древесноволокнистыми плитами (или имеющем перегородки из них), произошло возгорание. Площадь пожара, при горении облицовочных плит, приведена в исходных данных (табл. 16.2). Необходимо рассчитать время (t_d), необходимое для эвакуации людей из горящего помещения с учётом задымлённости. Сравнить расчётное время эвакуации по задымлённости из рабочего помещения с расчётным временем эвакуации людей из рабочего помещения и с необходимым (нормируемым) временем эвакуации из рабочего помещения. Сделать общий вывод о пожаробезопасности здания и рабочего помещения.

Определение расчётного времени эвакуации

Расчётное время эвакуации (t_p) из рабочих помещений и зданий определяется как суммарное время движения людского потока на отдельных участках пути по формуле:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i, \quad (16.1)$$

где t_1 – время движения от самого удалённого рабочего места до двери помещения (это расстояние принять равным диагонали помещения L_{II}); t_2 – время прохождения дверного проёма помещения; t_3 – время движения по коридору от двери помещения до лестничного марша; t_4 – время движения по лестничному маршу; t_5 – время движения по коридору первого этажа до выходной двери из здания; t_6 – время прохождения дверного проёма из здания.

Таблица 16.2 – Исходные данные

Вариант	Здание производственное (П); общественное (О)	Категория производства	Степень огнестойкости	Рабочее помещение					Количество людей (N), чел.	Ширина дверей ($\delta_{д.п.}$)		Коридоры		Лестницы		Площадь пожара ($S_{п.п.}$), м ²
				обозначение помещения для таблицы 16.4)	длина, м	ширина, м	объём ($W_{п.}$), тыс. м	площадь отверстий в стенах, м ²		из рабочего помещения, м	из здания, м	суммарная длина ($L_{к.}$)	при одной ширине ($\delta_{к.}$), м	суммарная длина ($L_{л.}$), м	при одной ширине ($\delta_{л.}$)	
1	П	Б	I	-	15	10	0,4	6	500	1,4	1,8	40	3,0	15	2,0	8
2	О	-	IV	**	25	20	2,5	25	1400	2,8	3,0	55	2,8	14	1,4	15
3	П	В	II	-	80	40	25,1	110	3600	4,2	4,2	120	4,0	12	2,0	25
4	О	-	I	*	30	20	3	36	2500	2,2	1,8	35	2,5	10	2,2	20
5	П	А	II	-	35	10	1,4	16	600	1,5	2,2	30	3,2	10	3,0	18
6	О	-	V	***	60	35	9,8	65	8500	3,5	2,0	25	2,0	8	2,4	35
7	П	Е	IV	-	90	50	31	115	4300	1,6	1,4	65	2,2	15	1,8	24
8	О	-	III	**	10	5	0,2	3	100	2,0	2,4	70	2,0	14	1,5	6
9	П	В	III	-	20	10	0,7	10	400	1,4	1,5	15	1,5	12	2,0	12
10	О	В	V	*	30	10	1,5	12	500	2,8	1,6	80	4,0	10	1,4	18
11	П	-	II	-	30	10	25,1	6	600	1,4	3,0	35	3,0	25	1,5	20
12	О	Е	V	**	35	35	3	25	8500	2,8	4,2	30	2,8	30	1,8	18
13	П	-	IV	-	60	50	1,4	110	4300	4,2	1,8	25	4,0	20	2,0	35
14	О	В	I	***	90	5	0,4	36	100	2,2	2,2	65	2,5	15	2,2	24
15	П	В	IV	-	15	40	2,5	16	400	2,0	2,0	15	3,2	8	3,0	6
16	О	Б	II	**	25	20	25,1	65	500	1,4	1,4	80	2,0	15	2,4	35
17	П	-	I	-	80	10	3	115	1400	2,8	2,4	100	2,2	14	1,8	24
18	О	В	II	*	30	35	1,8	3	3600	1,4	1,8	40	2,0	12	1,5	6
19	П	-	V	-	35	50	9,8	10	2500	1,6	3,0	55	1,5	10	2,0	12
20	О	А	IV	**	60	5	31	12	600	2,0	1,4	120	4,0	25	1,4	8
21	П	-	III	-	90	10	0,2	65	8500	1,4	2,4	35	3,0	30	1,5	15
22	О	Е	III	***	10	20	0,7	115	4300	2,8	1,5	30	2,8	25	1,8	25
23	П	-	V	-	20	40	1,5	3	100	1,4	1,6	25	4,0	30	1,8	20
24	О	В	I	**	30	20	22	10	400	2,8	3,0	65	2,5	20	1,5	18
25	П	В	IV	-	15	10	6,6	55	500	4,2	4,2	70	3,2	15	2,0	35

Время движения людского потока на отдельных участках вычисляется по формуле:

$$t_i = L_i / V_i, \quad (16.2)$$

где L_i – длина отдельных участков эвакуационного пути, м (табл. 16.2); V_i – скорость движения людского потока на отдельных участках пути, м/мин.

Скорость движения людского потока (V_i) зависит от плотности людского потока (D_i) на отдельных участках пути и выбирается из таблицы 16.3. Плотность людского потока (D_i) вычисляется для каждого участка эвакуационного пути по формуле:

$$D_i = (N \times f) / (L_i \times \delta_i), \quad (16.3)$$

где N – число людей (табл. 16.2); f – средняя площадь горизонтальной проекции человека, $f = 0,1 \text{ м}^2$; δ_i – ширина i -го участка эвакуационного пути, м (табл. 16.2).

Таблица 16.3 – Зависимость скорости движения от плотности людского потока

Плотность людского потока (D_i)	Скорость движения людского потока (V_i), м/мин	
	на горизонтальном пути	по лестнице вниз
0,01	100	100
0,05	100	100
0,1	80	95
0,2	60	68
0,3	47	52
0,4	40	40
0,5	33	31
0,6	27	24
0,7	23	18
0,8	19	13
0,9 и более	15	8

Время прохождения дверного проёма приблизительно можно рассчитать по формуле

$$t_{\text{Б.}} = N / (\delta_{\text{д.н.}} \times q_{\text{д.н.}}), \quad (16.4)$$

где $\delta_{\text{д.н.}}$ – ширина дверного проёма, м (табл. 16.2); $q_{\text{д.н.}}$ – пропускная способность 1 м ширины дверного проёма (принимается равной 50 чел./(м×мин) для дверей шириной менее 1,6 м и 60 чел./(м×мин) для дверей шириной 1,6 м и более).

Определение необходимого (нормируемого) времени эвакуации

Необходимое время эвакуации из помещений общественных зданий (кинотеатры, столовые, универмаги и др.) – $t_{н.о.з.}$ устанавливается (нормируется) в зависимости от степени огнестойкости здания и объема помещения (табл. 16.4). Необходимое время эвакуации из общественных зданий – $t_{о.з.}$ устанавливается (нормируется) в зависимости от степени огнестойкости здания (табл. 16.5).

При нормировании времени эвакуации для производственных зданий промышленных предприятий ($t_{н.п.з.}$) учитывается степень огнестойкости здания, категория производства и этажность здания (табл. 16.6). Необходимое время эвакуации из рабочих помещений производственных зданий ($t_{н.з.}$) зависит также и от объема помещения (табл. 16.7).

Таблица 16.4 – Необходимое время эвакуации из помещений общественных зданий ($t_{н.о.з.}$)

Помещение		Время эвакуации ($t_{н.о.з.}$), мин, из помещений общественных зданий I и II степени огнестойкости при объеме помещения, тыс. м ³				
Наименование	Обозначение	До 5	10	20	40	60
Зрительные залы (театры и т.п.)	*	1,5	2	2,5	2,5	-
Залы лекционные, собраний, выставочные, столовые и др.	**	2	3	3,5	4	4,5
Торговые залы универмагов	***	1,5	2	2,5	2,5	-

Примечание. Необходимое время эвакуации людей из помещений III и IV степени огнестойкости уменьшается на 30 %, а из помещений V и выше степени огнестойкости – на 50 %

Таблица 16.5 – Необходимое время эвакуации из общественных зданий ($t_{о.з.}$)

Степень огнестойкости	Время эвакуации ($t_{о.з.}$), мин
I и II	до 6
III и IV	до 4
V и выше	до 3

Таблица 16.6 – Необходимое время эвакуации из помещений производственных зданий ($t_{н.п.з.}$)

Категория производства	Время эвакуации ($t_{н.п.з.}$), мин, из помещений производственных зданий I, II и III степени огнестойкости при объеме помещения (W_n), тыс. м ³				
	До 15	30	40	50	60 и более
A, Б, В1-В4	0,50 1,25	0,75 2	1 2	1,50 2,50	1,75 3
Г1-Г2, Д	Не ограничивается				

Примечание. Для зданий IV степени огнестойкости необходимое время эвакуации уменьшается на 30 %, а для зданий V степени огнестойкости и выше – на 50 %

Таблица 16.7 – Необходимое время эвакуации из производственных зданий ($t_{н.з.}$)

Категория производства	Время эвакуации (т.з.) мин, из производственных зданий I, II и III степени огнестойкости
А, Б, В1-В4 Г1-Г2, Д	до 4 до 6 до 8
<i>Примечание.</i> Для зданий IV степени огнестойкости необходимое время эвакуации уменьшается на 30 %, а для зданий V степени огнестойкости и выше – на 50 %	

Определение расчётного времени эвакуации из рабочего помещения по задымлённости

Расчётное время эвакуации из рабочего помещения по задымлённости определяется по формуле:

$$t_{\delta} = (K_{ОСЛ} \times K_z \times W_n) / (V_{\delta} \times S_{н.г.}), \quad (16.5)$$

где $K_{ОСЛ}$ – допустимый коэффициент ослабления света, принять $K_{ОСЛ} = 0,1$; K_z – коэффициент условий газообмена; W_n – объём рабочего помещения, m^3 (табл. 16.2); V_{δ} – скорость дымообразования с единицы площади горения, $m^3/(m^2 \times \text{мин})$; $S_{н.г.}$ – площадь поверхности горения, m^2 .

Коэффициент условий газообмена определяется по формуле:

$$K_z = S_o / S_n, \quad (16.6)$$

где S_o – площадь отверстий (проёмов) в ограждающих стенах помещения, m^2 (табл. 16.2); S_n – площадь пола помещения, m^2 (вычислить по исходным данным).

Скорость дымообразования с единицы площади горения определяется по формуле:

$$V_{\delta} = K_{\delta} \times V_z, \quad (16.7)$$

где K_{δ} – коэффициент состава продуктов горения (для древесноволокнистых плит равен $0,03 \text{ м}^3/\text{кг}$); V_z – массовая скорость горения (для древесноволокнистых плит принимается равной $10 \text{ кг}/(\text{м}^2 \times \text{мин})$).

Площадь поверхности горения определяется по формуле:

$$S_{н.г.} = S_{н.п.} \times K_{н.г.}, \quad (16.8)$$

где $S_{н.п.}$ – предполагаемая площадь пожара, m^2 (табл. 16.2, исходные данные); $K_{н.г.}$ – коэффициент поверхности горения (для разлившихся жидкостей и облицовочных плит $K_{н.г.} = 1$).

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Охрана труда в легкой промышленности : учеб. пособие для студентов высших учебных заведений по спец. 1-50 01 01 «Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов», 1-50 01 02 «Конструирование и технология швейных изделий» и 1-50 02 01 «Конструирование и технология изделий из кожи» / С. Г. Ковчур [и др.] ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2016. – 475 с.

Дополнительная литература

2. Министерство труда и социальной защиты республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mintrud.gov.by>. – Дата доступа: 23.06.2022.

Нормативные документы

3. Об охране труда : Закон Республики Беларусь : от 23 июня 2008 года № 356-З : с изм. и доп. от 18 декабря 2019 г. // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2008. – № 2/1453. – 17 с.

4. Общие требования пожарной безопасности к содержанию и эксплуатации капитальных строений (зданий, сооружений), изолированных помещений и иных объектов, принадлежащих субъектам хозяйствования [Электронный ресурс] : Декрет Президента Республики Беларусь от 23.11.2017 № 7. – Режим доступа: <https://ds-malogin.schools.by/pages/obschie-trebovanija-pozharnoj-bezopasnosti-k-soderzhaniyu-i-ekspluatatsii-kapitalnyh-stroenij-zdanijsooruzhenij-izolirovannyh-pomeschenij-i-inyh-obektov-prinadlezhaschih-subektam-hozjajstvovaniija>. – Дата доступа: 23.06.2022.

5. Об обеспечении пожарной безопасности [Электронный ресурс] : постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 21 декабря 2021 г., № 82. – Режим доступа: <https://postavy.vitebsk-region.gov.by/uploads/files/05-04-2022-02.pdf>. – Дата доступа: 23.06.2022.

6. Об утверждении гигиенических нормативов : постановление Совета Министров Республики Беларусь, 25 января 2021 г., № 37 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – 2021. – № 5/48783. – 1255 с.

7. Об утверждении Правил по обеспечению промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением : постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 28 января 2016 г., № 7 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – 2016. – № 8/30621. – 123 с.

8. Об утверждении Правил по охране труда : постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь, 1 июля 2021 г., № 53 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – 2021. – № 8/37152. – 33 с.

9. Об утверждении Санитарных норм и правил «Предельно допустимые

концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Предельно допустимые уровни загрязнения кожных покровов вредными веществами» : постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 11 октября 2017 г., № 92 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – 2017. – № 8/32492. – 340 с.

10. Типовое положение о службе охраны труда организации : утв. постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь, 24 мая 2013 г., № 96 : в ред. от 30 июля 2020 г. № 42 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2020. – № 8/28080. – 6 с.

11. Инструкция о порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по охране труда : утв. постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь, 28 ноября 2008 г., № 175 : в ред. от 29 мая 2020 г. № 5 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2009. – № 53. – 19 с.

12. Правила расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний : утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь, 15 января 2004 г., № 30 : с изм. и доп., утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21 мая 2021 г. № 283 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2004. – № 5/13691. – 24 с.

13. Правила устройства электроустановок : утв. Минэнерго СССР. – 7-е изд., перераб. и доп. – Москва : Энергоатомиздат, 2020. – 648 с.

14. Здания и сооружения. Эвакуация людей при пожаре. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-2.02-279-2013. – Введ. 02-04-2013. – Минск : Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2013. – 28 с.

15. Категорирование помещений, зданий и наружных установок : ТКП 474-2013. – Взамен НПБ 5-2005 ; введ. 29-01-2013. – Минск : Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2013. – 57 с.

16. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей : ТКП 181-2009. – Введ. 11-03-2014. – Минск : Минэнерго, 2014. – 538 с.

17. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок : ТКП 427-2012. – Введ. 28-12-2012. – Минск : Минэнерго, 2012. – 88 с.

18. Система менеджмента здоровья и безопасности при профессиональной деятельности. Требования и руководство по применению : СТБ 45001-2020. – Введ. 25-02-2020. – Минск : Госстандарт, 2020. – 40 с.

Приложение А

Форма Н-1

УТВЕРЖДАЮ

_____ (должность)

_____ (подпись)

_____ (инициалы, фамилия)

М.П.

_____ (дата)

АКТ № _____ о несчастном случае на производстве

_____ (место составления) _____ (дата)

1. Фамилия, имя, отчество потерпевшего _____

2. Дата и время несчастного случая _____

_____ (число, месяц, год)

_____ (часы суток)

3. Количество полных часов, отработанных от начала рабочего дня (смены) до несчастного случая _____

4. Полное наименование организации, нанимателя, страхователя, у которого работает (работал) потерпевший _____

4.1. юридический адрес организации, нанимателя, страхователя _____

4.2. форма собственности организации, нанимателя, страхователя _____

4.3. республиканский орган государственного управления, государственная организация, подчиненная Правительству Республики Беларусь (местный исполнительный и распорядительный орган, зарегистрировавший организацию, нанимателя, страхователя) _____

5. Наименование и адрес организации, нанимателя, страхователя, где произошел несчастный случай: _____

5.1. цех, участок, место, где произошел несчастный случай, _____

6. Сведения о потерпевшем:

6.1. пол: мужской, женский (ненужное зачеркнуть) _____

6.2. возраст (количество полных лет) _____

6.3. профессия (должность) _____

_____ разряд (класс) _____

6.4. общий стаж работы (количество лет, месяцев, дней) _____

6.5. стаж работы по профессии (должности) или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай (количество лет, месяцев, дней) _____

6.6. вводный инструктаж по охране труда _____

_____ (дата проведения)

6.7. обучение по вопросам охраны труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай, _____

_____ (дата, количества часов, не требуется)

6.8. проверка знаний по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай, _____

_____ (дата, номер протокола, не требуется)

6.9. инструктаж на рабочем месте (первичный, повторный, внеплановый, целевой - ненужное зачеркнуть) по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай, _____

(дата последнего инструктажа, если не проводился - указать)

6.10. стажировка: с « ____ » _____ 20__ г, по « ____ » _____ 20__ г.

(если не проводилась - указать)

6.11. медицинские осмотры:

предварительный (при поступлении на работу) _____

(дата, не требуется)

периодический _____

(дата последнего осмотра, не требуется)

7. Медицинский диагноз повреждения здоровья потерпевшего _____

8. Нахождение потерпевшего в состоянии алкогольного, наркотического или токсического

опьянения _____

(на основании медицинского заключения с указанием степени опьянения)

9. Обстоятельства несчастного случая: _____

10. Вид происшествия _____

11. Причины несчастного случая: _____

12. Оборудование, машины, механизмы, транспортные средства, эксплуатация которых привела к несчастному случаю: _____

(наименование, тип, марка, год выпуска, организация-изготовитель)

дата последнего технического осмотра (освидетельствования)

13. Лица, допустившие нарушения требований законодательства о труде и охране труда, нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов:

(фамилия, имя, отчество, должность (профессия), нарушения требований

нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов.

локальных нормативных правовых актов)

14. Степень вины потерпевшего _____ процентов.

15. Свидетели несчастного случая: _____

(Ф.И.О., должность, место работы, адрес места жительства)

16. Мероприятия по устранению причин несчастного случая и предупреждению повторения подобных происшествий:

Наименование мероприятий	Срок выполнения	Ответственный за выполнение	Отметка о выполнении
1	2	3	4

Уполномоченное должностное лицо организации, нанимателя, страхователя.

Лица, принимавшие участие в расследовании:

Уполномоченный представитель профсоюза (иного представительного органа работников)

Специалист по охране труда организации, нанимателя, страхователя (лицо, на которое возложены обязанности специалиста по охране труда)

Другие представители организации, нанимателя, страхователя.

Представитель страховщика (при участии в расследовании)

Застрахованный (при участии в расследовании)

Если проводилось специальное расследование данного несчастного случая, вместо вышеуказанных подписей производится следующая запись: «Настоящий акт составлен в соответствии с заключением государственного инспектора труда (представителя органа государственного специализированного надзора)

(фамилия, имя, отчество, должность, наименование структурного подразделения департамента государственной

инспекции труда (органа государственного специализированного надзора), дата заключения)

Уполномоченное должностное лицо организации,
нанимателя, страхователя.

(должность, подпись)

М.П. организации,
нанимателя, страхователя».

(инициалы, фамилия)

Приложение Б

Форма НП

УТВЕРЖДАЮ

_____ (должность)

_____ (подпись)

М.П.

_____ (инициалы, фамилия)

_____ (дата)

АКТ № _____ о несчастном случае на производстве

_____ (место составления)

_____ (дата)

1. Фамилия, имя, отчество потерпевшего _____

2. Дата и время несчастного случая _____
(число, месяц, год)

_____ (часы суток)

3. Количество полных часов, отработанных от начала рабочего дня (смены) до несчастного случая _____

4. Полное наименование организации, нанимателя, страхователя, у которого работает (работал) потерпевший _____

4.1. юридический адрес организации, нанимателя, страхователя _____

4.2. форма собственности организации, нанимателя, страхователя _____

4.3. республиканский орган государственного управления, государственная организация, подчиненная Правительству Республики Беларусь (местный исполнительный и распорядительный орган, зарегистрировавший организацию, нанимателя, страхователя) _____

5. Наименование и адрес организации, нанимателя, страхователя, где произошел несчастный случай: _____

5.1. цех, участок, место, где произошел несчастный случай, _____

6. Сведения о потерпевшем:

6.1. пол: мужской, женский (ненужное зачеркнуть) _____

6.2. возраст (количество полных лет) _____

6.3. профессия (должность) _____

разряд (класс) _____

6.4. общий стаж работы (количество лет, месяцев, дней) _____

6.5. вводный инструктаж по охране труда _____

(дата проведения) (если не проводилась - указать)

6.6. медицинские осмотры:

предварительный (при поступлении на работу) _____

(дата, не требуется)

периодический _____

(дата последнего осмотра, не требуется)

7. Медицинский диагноз повреждения здоровья потерпевшего _____

8. Нахождение потерпевшего в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения _____

(на основании медицинского заключения с указанием степени опьянения)

9. Обстоятельства несчастного случая: _____

10. Вид происшествия _____

11. Причины несчастного случая: _____

12. Свидетели несчастного случая: _____

(Ф.И.О., должность, место работы, адрес места жительства)

13. Мероприятия по устранению причин несчастного случая и предупреждению повторения подобных происшествий:

Наименование мероприятий	Срок выполнения	Ответственный за выполнение	Отметка о выполнении
1	2	3	4

Уполномоченное должностное лицо организации, нанимателя, страхователя.

Лица, принимавшие участие в расследовании:

Уполномоченный представитель профсоюза (иного представительного органа работников)

Специалист по охране труда организации, нанимателя, страхователя (лицо, на которое возложены обязанности специалиста по охране труда)

Другие представители организации, нанимателя, страхователя.

Представитель страховщика (при участии в расследовании)

Застрахованный (при участии в расследовании)

Если проводилось специальное расследование данного несчастного случая, вместо вышеуказанных подписей производится следующая запись: «Настоящий акт составлен в соответствии с заключением государственного инспектора труда (представителя органа государственного специализированного надзора)

(фамилия, имя, отчество, должность, наименование структурного подразделения департамента государственной

инспекции труда (органа государственного специализированного надзора), дата заключения)

Уполномоченное должностное лицо организации, нанимателя, страхователя: _____

(должность, подпись)

М.П. организации,
нанимателя, страхователя».

(инициалы, фамилия)

Приложение В

Форма

НАРЯД-ДОПУСК № _____ на выполнение работ с повышенной опасностью

Выдан _____ 20__ г.

Действителен до _____ 20__ г.

1. Руководителю работ _____
(фамилия, инициалы, должность служащего)

на выполнение работ _____
(наименование работ, место и условия выполнения)

2. Место проведения работ _____
(цех №, наименование установки,

отделения, участка, площадки, корпус №, наименование помещения,

сооружения, оборудования, другое)

3. Лицо (лица), ответственное (ответственные) за подготовку работ _____
(фамилия,

инициалы, должность служащего)

Активал

4. Вредные и (или) опасные производственные факторы, которые действуют или могут возникнуть независимо от выполняемой работы в местах ее производства:

5. Анализ воздушной среды перед началом и в период производства работ¹:

Дата и время отбора проб	Место отбора проб	Определяемые компоненты (вещества)	Допустимая концентрация	Результаты анализа	Должность служащего (профессия рабочего), фамилия, инициалы и подпись лица, проводившего анализ
1	2	3	4	5	6

6. До начала выполнения работ необходимо выполнить следующие подготовительные мероприятия²:

№ п/п	Наименование мероприятия	Срок выполнения	Лицо, ответственное за подготовку работ (фамилия, инициалы, подпись)
1	2	3	4

Начало работ _____ ч _____ мин _____ 20__ г.

Окончание работ _____ ч _____ мин _____ 20__ г.

Руководитель работ _____

(подпись)

(фамилия, инициалы)

Активал
чек-акт

7. В процессе выполнения работ необходимо выполнить следующие мероприятия³:

№ п/п	Наименование мероприятия	Срок выполнения	Руководитель работ (фамилия, инициалы, подпись)
1	2	3	4

8. Состав исполнителей работ:

Фамилия, собственное имя, отчество (если таковое имеется)	Профессия рабочего (должность служащего), квалификационный разряд, группа по электробезопасности (если требуется)	С условиями работы ознакомил, целевой инструктаж по охране труда провел (должность служащего, фамилия, инициалы, подпись), дата, время	С условиями работ ознакомлен, целевой инструктаж по охране труда получил (подпись), дата, время
1	2	3	4

Наряд-допуск выдал _____
(уполномоченный приказом руководителя

организации – должность служащего, фамилия, собственное имя, отчество

(если таковое имеется), подпись)

Наряд-допуск принял _____
(должность служащего, фамилия, собственное

имя, отчество (если таковое имеется), подпись)

9. Разрешение на право производства ремонтных, строительных и земляных работ в охранной зоне имеется _____
(наименование организации,

выдавшей разрешение)

10. Рабочие места и условия труда проверены. Подготовительные мероприятия, указанные в пункте 6 наряда-допуска, выполнены. Разрешаю приступить к выполнению работ _____
(должность, фамилия, собственное имя,

отчество (если таковое имеется), подпись, дата)

11. Наряд-допуск продлен до _____
(дата, подпись лица, выдавшего

наряд-допуск)

12. Изменения в составе исполнителей работ

Дата	Выведен из состава исполнителей работ (бригады) должность служащего (профессия рабочего), фамилия и инициалы	Введен в состав исполнителей работ (бригады) должность служащего (профессия рабочего), фамилия и инициалы	С условиями работы ознакомил, целевой инструктаж по охране труда провел должность служащего, фамилия, инициалы, подпись, дата, время	С условиями работ ознакомлен, целевой инструктаж по охране труда получил должность служащего (профессия рабочего), фамилия, инициалы, подпись, дата, время
1	2	3	4	5

13. Работа выполнена в полном объеме. Материалы, инструмент, приспособления убраны. Работающие выведены. Наряд-допуск закрыт.

Руководитель работ _____
(фамилия, собственное имя,

отчество (если таковое имеется), подпись, дата)

Лицо, выдавшее наряд-допуск _____
(фамилия, собственное имя,

отчество (если таковое имеется), подпись, дата)

Примечания:

1. Наряд-допуск оформляется в двух экземплярах (первый находится у лица, выдавшего наряд-допуск, второй – у руководителя работ). Третий экземпляр выдается уполномоченному должностному лицу организации, на территории которой производятся работы, если иное не предусмотрено техническими нормативными правовыми актами, являющимися в соответствии с законодательными актами и постановлениями Правительства Республики Беларусь обязательными для соблюдения.

2. К наряду-допуску при необходимости прилагаются эскизы защитных устройств и приспособлений, схемы расстановки постов опещения, установки знаков и плакатов безопасности.

¹ Заполняется при необходимости проведения анализа воздушной среды.

² Определяются организационные и технические мероприятия, необходимые средства защиты.

³ Указываются мероприятия, обеспечивающие безопасное производство работ.

Приложение Г

Форма

НАРЯД-ДОПУСК N _____ на проведение огневых работ на временных местах

1. Наряд-допуск выдал _____
(должность служащего, подпись, инициалы и фамилия)

лица, выдавшего наряд-допуск, дата выдачи наряда-допуска)

2. Содержание работ

3. Место проведения работ

(цех N, наименование установки, отделения,

участка, площадки, корпус N, наименование помещения, сооружения,

оборудования, емкостного сооружения, резервуара, емкости, технического
устройства и так далее, N по технологической схеме (рег. N))

4. Лицо, ответственное за подготовку огневых работ

(должность служащего, фамилия и инициалы)

5. Лицо, ответственное за проведение огневых работ

(должность служащего, фамилия и инициалы)

6. Время проведения работ:

начало _____ окончание _____
(время и дата) (время и дата)

7. Анализ воздушной среды перед началом и в период проведения огневых работ:

Дата и время отбора проб	Место отбора проб	Определяемые компоненты (вещества)	Допустимая концентрация	Результаты анализа	Должность служащего (профессия рабочего), подпись, инициалы и фамилия лица, проводившего анализ
1	2	3	4	5	6

8. До начала проведения огневых работ необходимо выполнить следующие подготовительные мероприятия:

N п/п	Наименование мероприятия	Срок выполнения	Отметка о выполнении
1	2	3	4

Выполнение подготовительных мероприятий подтверждаю:

Лицо, ответственное за подготовку огневых работ

(подпись)

(инициалы, фамилия)

Лицо, ответственное за проведение огневых работ

(подпись)

(инициалы, фамилия)

9. Исполнители огневых работ:

N п/п	Состав бригады исполнителей огневых работ, инициалы и фамилия	Профессия рабочего	Целевой противопожарный инструктаж	
			получили	провел
			подписи исполнителей огневых работ	подпись лица, проводившего инструктаж
1	2	3	4	5

10. Меры по обеспечению безопасности при проведении огневых работ (определяются организационные и технические мероприятия, необходимые средства защиты):

11. Особые условия проведения огневых работ:

12. Работы разрешаю: лицо, выдавшее наряд-допуск

_____ (должность служащего) _____ (подпись) _____ (инициалы, фамилия) _____ (дата, время)

13. Наряд-допуск продлен:

N п/п	Дата и время проведения огневых работ	Безопасность проведения огневых работ проверена, возможность проведения огневых работ подтверждаем			
		лицо, ответственное за подготовку огневых работ		лицо, ответственное за проведение огневых работ	
		подпись	инициалы, фамилия	подпись	инициалы, фамилия
1	2	3	4	5	6

14. Изменения в составе бригады исполнителей огневых работ:

Выведены из состава бригады исполнителей огневых работ (профессия рабочего, инициалы и фамилия, дата и время)	Введены в состав бригады исполнителей огневых работ (профессия рабочего, инициалы и фамилия, дата и время)	Целевой противопожарный инструктаж	
		получили	провел
		подписи исполнителей огневых работ	подпись лица, ответственного за проведение огневых работ
1	2	3	4

15. Работа выполнена в полном объеме, инструмент и материалы убраны, люди выведены, наряд-допуск закрыт.

Лицо, ответственное за проведение огневых работ

_____ (подпись) _____ (инициалы, фамилия) _____ 20__ г.

Представитель объекта, старший по смене (начальник смены, сменный мастер и иные)

_____ (подпись) _____ (инициалы, фамилия) _____ 20__ г.

16. Наряд-допуск закрыт досрочно. Работы не выполнялись (не выполняются).

Лицо, ответственное за проведение огневых работ

_____ (подпись) _____ (инициалы, фамилия) _____ 20__ г.

Представитель объекта, старший по смене (начальник смены, сменный мастер и иные)

_____ (подпись) _____ (инициалы, фамилия) _____ 20__ г.

Учебное издание

ОХРАНА ТРУДА

Практикум

Составители:

Тимонов Иван Афанасьевич
Гречаников Александр Викторович
Потоцкий Василий Николаевич

Редактор *Т.А. Осипова*
Корректор *Т.А. Осипова*
Компьютерная верстка *К.А. Линько*

Подписано к печати 15.07.2022. Формат 60x90¹/₁₆. Усл. печ. листов 7,9.
Уч.-изд. листов 10,1. Тираж 50 экз. Заказ № 209.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный технологический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.