

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

методические указания по выполнению практических занятий
для студентов специальностей

1-19 01 01-02 «Дизайн (предметно-пространственной среды)»

1-19 01 01-04 «Дизайн (коммуникативный)»

1-19 01 01-05 «Дизайн (костюма и тканей)»

1-19 01 01-06 «Дизайн виртуальной среды»

6-05-0211-05 «Графический дизайн и мультимедиадизайн» (Дизайн виртуальной среды; Дизайн графический)

6-05-0212-01 «Дизайн костюма и текстиля» (Дизайн костюма; Дизайн текстиля)

6-05-0212-02 «Дизайн предметно-пространственной среды» (Дизайн интерьеров)

Витебск
2026

УДК 658.345:574

Составители:

А. В. Гречаников, И. А. Тимонов

Одобрено кафедрой «Экология и химические технологии»
УО «ВГТУ», протокол № 4 от 08.12.2025.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским
советом УО «ВГТУ», протокол № 4 от 19.12. 2025.

Охрана труда и техника безопасности: методические указания по выполнению практических занятий / сост. И. А. Тимонов, А. В. Гречаников – Витебск : УО «ВГТУ», 2026. – 66 с.

Методические указания составлены с учетом тематики занятий по дисциплине «Охрана труда и техника безопасности». В указаниях изложен материал, необходимый студентам для выполнения практических занятий по дисциплине «Охрана труда и техника безопасности»

УДК 658.345:574

© УО «ВГТУ», 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ЗАНЯТИЕ 1. Оценка экономической эффективности мероприятий по охране труда.....	4
ЗАНЯТИЕ 2. Разработка карты рисков.....	15
ЗАНЯТИЕ 3. Оценка метеорологических условий на рабочих местах.....	27
ЗАНЯТИЕ 4. Оценка параметров естественного освещения производственных помещений.....	34
ЗАНЯТИЕ 5. Оценка уровней ЭМП на рабочих местах.....	42
ЗАНЯТИЕ 6. Расчёт системы заземления.....	48
ЗАНЯТИЕ 7. Расчет температуры вспышки легковоспламеняющихся жидкостей.....	54
ЗАНЯТИЕ 8. Определение пределов взрываемости паровоздушных смесей	58
ЛИТЕРАТУРА.....	64

ЗАНЯТИЕ 1

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

1 Цель работы

Провести оценку экономической эффективности проведенных мероприятий по улучшению охраны труда.

2 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 ($Q_{вд}$), 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

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

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

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

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

5. Определяем величину экономии на стоимости технологического оборудования

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

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)

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

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

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

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.

$$\Pi_{\Pi\Gamma} = \Delta t_{\Pi} \cdot B_{\text{д}}, \%, \quad (1.9)$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{К}} = \frac{\Phi_{\text{Б}} \cdot E_{\text{Н}} \cdot P}{100}, \text{ тыс. руб.}, \quad (1.12)$$

где $\Phi_{\text{Б}}$ – стоимость оборудования, на котором выпущено дополнительное количество продукции, тыс. руб.; $E_{\text{Н}}$ – нормативный коэффициент экономической эффективности.

5. Годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_{\text{Г}} = \mathcal{E}_{\text{УПР}} + \mathcal{E}_{\text{К}} - E_{\text{Н}} \cdot Q_{\text{ВЛ}}, \text{ тыс. руб.}, \quad (1.13)$$

где $Q_{\text{ВЛ}}$ – 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 противозвучных мероприятий. Сделать вывод об эффективности выполненных мероприятий. Необходимые исходные данные взять из таблицы 1.1.

1. Изменение трудоемкости продукции

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

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

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

3. Прирост производительности на предприятии

$$П_{ПТ} = П_{ПТ}^{(ц)} \cdot \frac{В_D}{100}, \%, \quad (1.17)$$

где $В_D$ – удельный вес продукции, выпускаемой цехом, в общем объеме продукции, %.

4. Относительное высвобождение численности по предприятию

$$\mathcal{E}_ч = \frac{П_{ПТ}}{100 + П_{ПТ}} \cdot Ч_{ОБЩ}, \text{ чел.}, \quad (1.18)$$

где $Ч_{ОБЩ}$ – численность работающих, чел.

5. Экономия по заработной плате

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

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

6. Годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_Г = \mathcal{E}_{ЗП} - E_H \cdot Q_{ВЛ}, \text{ тыс. руб.}, \quad (1.20)$$

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

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

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

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

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

$$C_{\text{ДОП}} = V_{\text{ДОП}} \cdot \mathcal{Z}_1, \text{ тыс. руб.}, \quad (1.24)$$

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

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

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

$$P_{BP-ПЛ} = 2,42 + 0,167 \cdot \Gamma_P, \text{ дни.}, \quad (1.27)$$

где Γ_P – средний стаж работающих на предприятии.

2. Относительное высвобождение численности за счет сокращения предполагаемых потерь

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

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

3. Экономия по заработной плате

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

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 неудовлетворенности 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. Трудоёмкость 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

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2. Годовой фонд заработной платы основных рабочих цеха ($Z_{П}$), 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 ($Q_{ВП}$), 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 ; – после внедрения мероприятий, B_2	450,0 495,0	455,0 500,0	460,0 505,0	465,0 510,0	470,0 515,0	475,0 520,0	480,0 525,0	485,0 530,0	490,0 535,0	495,0 540,0
8. Доля условно-постоянных расходов ($V_{Д}$), %	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
9. Удельный вес продукции, выпускаемой цехом, в общем объеме продукции ($B_{Д}$), %	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 ($Z_{П}$), руб	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12. Потери рабочего времени по болезни в общем времени (B), %: – до внедрения мероприятий, B_1 ; – после внедрения мероприятий, B_2	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
13. Стоимость оборудования, на котором выпущено дополнительное количество продукции (Φ_B), 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	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
15. Годовая выработка одного работающего (B_{IPAB}), тыс. руб.	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
16. Среднегодовой ущерб, причиненный текучестью рабочей силы ($\overline{P_T}$), 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	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
18. Фонд рабочего времени одного работающего (Φ), ч	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020

Окончание таблицы 1.1

19. Дополнительная заработная плата (Д), %	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
20. Отчисление в фонд социального страхования, БелГосстрах (Оотч), %	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 (Гр), лет	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
22. Фактические потери рабочего времени по временной нетрудоспособности в год одного работающего (Пвр.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
C , %	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;
- возмещении 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:

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

где $Z_{СР.М.}$ – 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

1 Цель занятия

Приобрести практические навыки разработки карты рисков.

2 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) неприемлимый (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

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

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) и перечня опасностей, рассматриваемых при установлении видов риска на рабочих местах всех видов и типов (табл. 2.7) разработать карту рисков для исследуемой профессии (должности).

Таблица 2.5 – Исходные данные для разработки карты рисков

№ варианта	Наименование профессии (должности)
1	Вязальщица
2	Декоратор витрин
3	Дессинатор
4	Дизайнер (по специальности обучения)
5	Художник-дизайнер компьютерной графики
6	Драпировщик
7	Швея
8	Разрисовщик (ткани)
9	Разрисовщик (кожгалантерейных изделий)
10	Специалист по рекламной коммуникации
11	Специалист по связям с общественностью (SMM)
12	Специалист по компьютерной графике
13	Художник-проектировщик рекламы
14	Оператор лазерного раскройного комплекса
15	Художник-модельер
16	Ткач
17	Художник-конструктор (разрабатывает художественно-конструкторские проекты изделий (комплексов) производственного и бытового назначения).
18	Установщик художественных произведений (рекламно-оформительские и монтажные работы)
19	Монтажник технологического оборудования и связанных с ним конструкций

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	
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	
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
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

Окончание таблицы 2.6

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	Выступающие на поверхности предметы
52	Выступающие предметы, части объектов
53	Возникновение пожара

Таблица 2.7 – Перечень опасностей, рассматриваемых при установлении видов риска на рабочих местах всех видов и типов

Возможные категории опасностей	Перечень опасностей по каждой категории
<i>Механические опасности</i>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность падения из-за потери равновесия, в том числе при спотыкании или подскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам; – опасность падения с высоты, в том числе из-за отсутствия ограждения, из-за обрыва троса, в котлован, в шахту при подъеме или спуске при нештатной ситуации; – опасность падения из-за внезапного появления на пути следования большого перепада высот; – опасность удара; – опасность быть уколотым или проткнутым в результате воздействия движущихся колющих частей механизмов, машин; – опасность натывания на неподвижную колющую поверхность (острие); – опасность запутаться, в том числе в растянутых по полу сварочных проводах, тросах, нитях; – опасность затягивания или попадания в ловушку; – опасность затягивания в подвижные части машин и механизмов;

Продолжение таблицы 2.7

<p><i>Механические опасности</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность наматывания волос, частей одежды, средств индивидуальной защиты; – опасность воздействия жидкости под давлением при выбросе (прорыве); – опасность воздействия газа под давлением при выбросе (прорыве); – опасность воздействия механического упругого элемента; – опасность травмирования от трения или абразивного воздействия при соприкосновении; – опасность раздавливания, в том числе из-за наезда транспортного средства, из-за попадания под движущиеся части механизмов, из-за обрушения горной породы, из-за падения пиломатериалов; падения; – опасность падения груза; – опасность разрезания, отрезания от воздействия острых кромок при контакте с незащищенными участками тела; – опасность пореза частей тела, в том числе кромкой листа бумаги, канцелярским ножом, ножницами; острыми кромками металлической стружки (при механической обработке металлических заготовок и деталей); – опасность от воздействия режущих инструментов (дисковые ножи, дисковые пилы); – опасность разрыва; – опасность травмирования, в том числе в результате выброса подвижной обрабатываемой детали, падающими или выбрасываемыми предметами, движущимися частями оборудования, осколками при обрушении горной породы, снегом и (или) льдом, упавшими с крыш зданий и сооружений.
<p><i>Электрические опасности</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность поражения током вследствие прямого контакта с токоведущими частями из-за касания незащищенными частями тела деталей, находящихся под напряжением; – опасность поражения током вследствие контакта с токоведущими частями, которые находятся под напряжением из-за неисправного состояния (косвенный контакт); – опасность поражения электростатическим зарядом; – опасность поражения током от наведенного напряжения на рабочем месте; – опасность поражения вследствие возникновения электрической дуги; – опасность поражения при прямом попадании молнии; – опасность косвенного поражения молнией.
<p><i>Термические опасности</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность ожога при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру; – опасность ожога от воздействия на незащищенные участки тела материалов, жидкостей или газов, имеющих высокую температуру; – опасность ожога от воздействия открытого пламени; – опасность теплового удара при длительном нахождении на открытом воздухе при прямом воздействии лучей солнца на незащищенную поверхность головы; – опасность теплового удара от воздействия окружающих поверхностей оборудования, имеющих высокую температуру;

Продолжение таблицы 2.7

<i>Термические опасности</i>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность теплового удара при длительном нахождении вблизи открытого пламени; – опасность теплового удара при длительном нахождении в помещении с высокой температурой воздуха; – ожог роговицы глаза; – опасность от воздействия на незащищенные участки тела материалов, жидкостей или газов, имеющих низкую температуру.
<i>Опасности, связанные с воздействием микроклимата, и климатические опасности</i>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность воздействия пониженных температур воздуха; – опасность воздействия повышенных температур воздуха; – опасность воздействия влажности; – опасность воздействия скорости движения воздуха.
<i>Опасности из-за недостатка кислорода в воздухе</i>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность недостатка кислорода в замкнутых технологических емкостях; – опасность недостатка кислорода из-за вытеснения его другими газами или жидкостями; – опасность недостатка кислорода в подземных сооружениях; – опасность недостатка кислорода в безвоздушных средах.
<i>Барометрические опасности</i>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность неоптимального барометрического давления; – опасность от повышенного барометрического давления; – опасность от пониженного барометрического давления; – опасность от резкого изменения барометрического давления.
<i>Опасности, связанные с воздействием химического фактора</i>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность от контакта с высокоопасными веществами; – опасность от вдыхания паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма; – опасность веществ, которые вследствие реагирования со щелочами, кислотами, аминами, диоксидом серы, тиомочевинной, солями металлов и окислителями могут способствовать пожару и взрыву; – опасность образования токсичных паров при нагревании; – опасность воздействия на кожные покровы смазочных масел; – опасность воздействия на кожные покровы чистящих и обезжиривающих веществ.
<i>Опасности, связанные с воздействием аэрозолей преимущественно фиброгенного действия</i>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность воздействия пыли на глаза; – опасность повреждения органов дыхания частицами пыли; – опасность воздействия пыли на кожу; – опасность, связанная с выбросом пыли; – опасность воздействия воздушных взвесей вредных химических веществ; – опасность воздействия на органы дыхания воздушных взвесей, содержащих смазочные масла; – опасность воздействия на органы дыхания воздушных смесей, содержащих чистящие и обезжиривающие вещества.
<i>Опасности, связанные с воздействием биологического фактора</i>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность из-за воздействия микроорганизмов-продуцентов, препаратов, содержащих живые клетки и споры микроорганизмов; – опасность из-за контакта с патогенными микроорганизмами; – опасность из-за укуса переносчиков инфекций.

Продолжение таблицы 2.7

<p><i>Опасности, связанные с воздействием тяжести и напряженности трудового процесса</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность, связанная с перемещением груза вручную; – опасность из-за подъема тяжестей, превышающих допустимый вес; – опасность, связанная с наклонами корпуса; – опасность, связанная с рабочей позой; – опасность вредных для здоровья поз, связанных с чрезмерным напряжением тела; – опасность физических перегрузок от периодического поднятия тяжелых узлов и деталей машин; – опасность психических нагрузок, стрессов; – опасность перенапряжения зрительного анализатора.
<p><i>Опасности, связанные с воздействием шума</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность повреждения мембранной перепонки уха, связанная с воздействием шума высокой интенсивности; – опасность, связанная с возможностью не услышать звуковой сигнал об опасности.
<p><i>Опасности, связанные с воздействием вибрации</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность от воздействия локальной вибрации при использовании ручных механизмов; – опасность, связанная с воздействием общей вибрации.
<p><i>Опасности, связанные с воздействием световой среды</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность недостаточной освещенности в рабочей зоне; – опасность повышенной яркости света; – опасность пониженной контрастности.
<p><i>Опасности, связанные с воздействием неионизирующих излучений</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность, связанная с ослаблением геомагнитного поля; – опасность, связанная с воздействием электростатического поля; – опасность, связанная с воздействием постоянного магнитного поля; – опасность, связанная с воздействием электрического поля промышленной частоты; – опасность, связанная с воздействием магнитного поля промышленной частоты; – опасность от электромагнитных излучений; – опасность, связанная с воздействием лазерного излучения; – опасность, связанная с воздействием ультрафиолетового излучения.
<p><i>Опасности, связанные с воздействием ионизирующих излучений</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность, связанная с воздействием гамма-излучения; – опасность, связанная с воздействием рентгеновского излучения; – опасность, связанная с воздействием альфа-, бета-излучений, электронного или ионного и нейтронного излучений.
<p><i>Опасности, связанные с воздействием животных</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность укуса; – опасность разрыва; – опасность раздавливания; – опасность заражения; – опасность воздействия выделений.
<p><i>Опасности, связанные с воздействием насекомых</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность укуса; – опасность попадания в организм; – опасность инвазий гельминтов.

Продолжение таблицы 2.7

<i>Опасности, связанные с воздействием растений</i>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность воздействия пыльцы, фитонцидов и других веществ, выделяемых растениями; – опасность ожога веществами, выделяемыми растениями; – опасность пореза растениями.
<i>Опасность утонуть</i>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность утонуть в водоеме; – опасность утонуть в технологической емкости; – опасность утонуть в момент затопления шахты.
<i>Опасность расположения рабочего места</i>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность выполнения электромонтажных работ на столбах, опорах высоковольтных передач; – опасность выполнения альпинистских работ; – опасность выполнения кровельных работ на крышах, имеющих большой угол наклона рабочей поверхности; – опасность, связанная с выполнением работ на значительной глубине; – опасность, связанная с выполнением работ под землей; – опасность, связанная с выполнением работ в туннелях; – опасность выполнения водолазных работ.
<i>Опасности, связанные с организационными недостатками</i>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность, связанная с отсутствием на рабочем месте инструкций, содержащих порядок безопасного выполнения работ, и информации об имеющихся опасностях, связанных с выполнением рабочих операций; – опасность, связанная с отсутствием описанных мероприятий (содержания действий) при возникновении неисправностей (опасных ситуаций) при обслуживании устройств, оборудования, приборов или при использовании биологически опасных веществ; – опасность, связанная с отсутствием на рабочем месте перечня возможных аварий; – опасность, связанная с отсутствием на рабочем месте аптечки первой помощи, инструкции по оказанию первой помощи потерпевшему на производстве и средств связи; – опасность, связанная с отсутствием информации (схемы, знаков, разметки) о направлении эвакуации в случае возникновения аварии; – опасность, связанная с допуском работников, не прошедших подготовку по охране труда.
<i>Опасности пожара</i>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность от вдыхания дыма, паров вредных газов и пыли при пожаре; – опасность воспламенения; – опасность воздействия открытого пламени; – опасность воздействия повышенной температуры окружающей среды; – опасность воздействия пониженной концентрации кислорода в воздухе; – опасность воздействия огнетушащих веществ; – опасность воздействия осколков частей разрушившихся зданий, сооружений, строений.
<i>Опасности обрушения</i>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность обрушения подземных конструкций; – опасность обрушения наземных конструкций.

Окончание таблицы 2.7

<i>Опасности транспорта</i>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность наезда на человека; – опасность падения с транспортного средства; – опасность раздавливания человека, находящегося между двумя сближающимися транспортными средствами; – опасность опрокидывания транспортного средства при нарушении способов установки и строповки грузов; – опасность от груза, перемещающегося во время движения транспортного средства, из-за несоблюдения правил его укладки и крепления; – опасность травмирования в результате дорожно-транспортного происшествия; – опасность опрокидывания транспортного средства при проведении работ.
<i>Опасность, связанная с дегустацией</i>	– опасность, связанная с дегустацией отравленной пищи.
<i>Опасности насилия</i>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность насилия от враждебно настроенных работников; – опасность насилия от третьих лиц.
<i>Опасности взрыва</i>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность самовозгорания горючих веществ; – опасность возникновения взрыва, происшедшего вследствие пожара; – опасность воздействия ударной волны; – опасность воздействия высокого давления при взрыве; – опасность ожога при взрыве; – опасность обрушения горных пород при взрыве.
<i>Опасности, связанные с применением средств индивидуальной защиты</i>	<ul style="list-style-type: none"> – опасность, связанная с несоответствием средств индивидуальной защиты анатомическим особенностям человека; – опасность, связанная со скованностью, вызванной применением средств индивидуальной защиты; – опасность отравления.

Карта идентификации опасностей и оценки рисков

Опасность Описание опасности	Описание риска	Оценка базового риска, балл				Мероприятия по управлению рисками
		Серьезность последствий, S	Вероятность, P	Итоговая величина риска, R	Категория риска	
1	2	3	4	5	6	7
Профессия						

ЗАНЯТИЕ 3

ОЦЕНКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

1 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).

2 Общие сведения

Оптимальные микроклиматические условия устанавливаются по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течении 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 %).

ТНС-индекс – интегральный эмпирический показатель тепловой нагрузки среды, учитывающий комплексное влияние температуры воздуха, относительной влажности, скорости движения воздуха и теплового облучения на тепловое состояние работника, °С.

На рисунке 5.1 изображена номограмма, по которой можно определить значения *ТНС-индекс* для разнообразных сочетаний параметров микроклимата на рабочих местах.

Для оценки параметров микроклимата используются следующие приборы:

– *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).

– *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.

– *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. 3.2). Для измерения малых скоростей (менее 0,5 м/с) применяют дифференциальные микроанемометры и электроанемометры.

– *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.

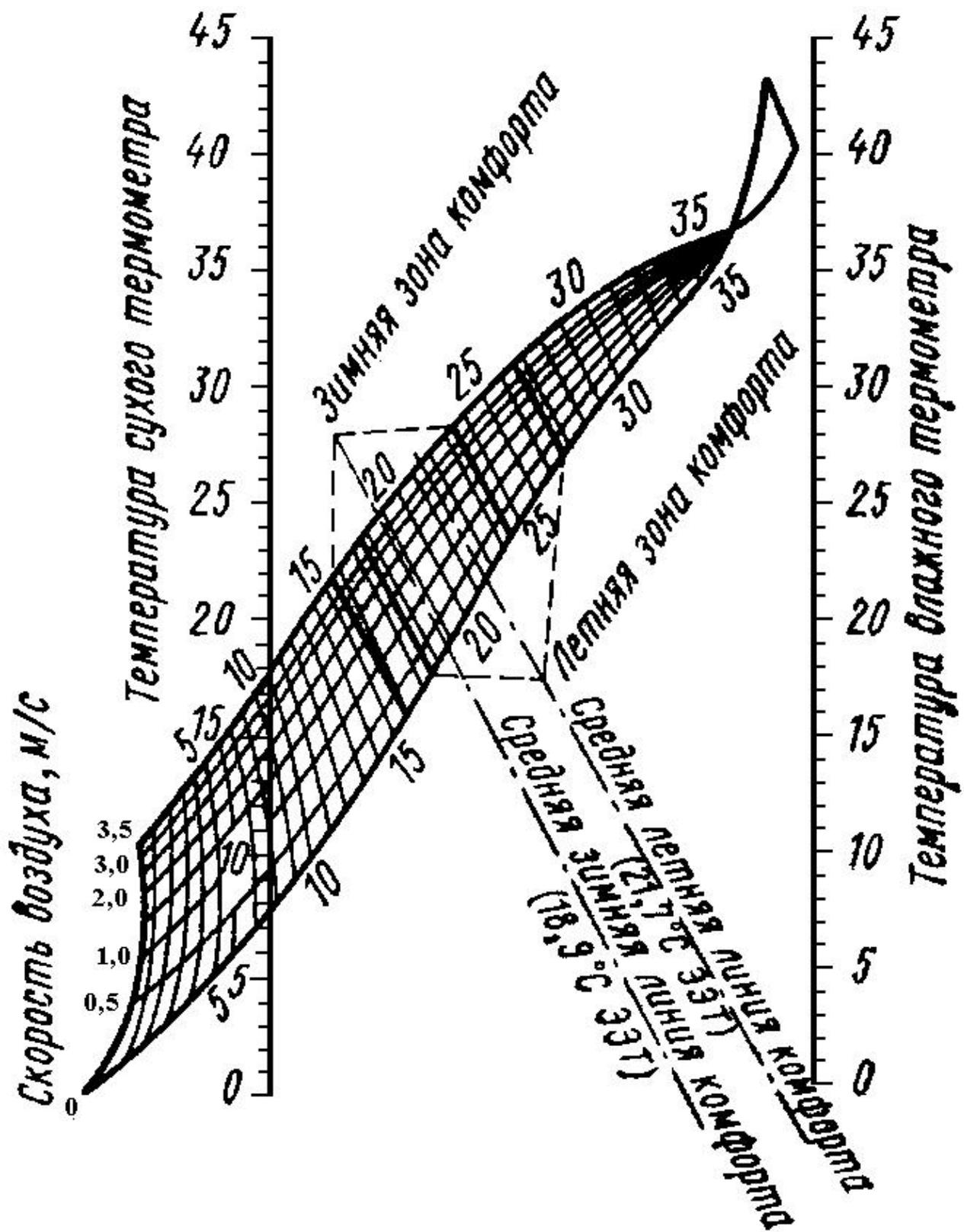


Рисунок 3.1 – Номограмма определения значения ТНС-индекса

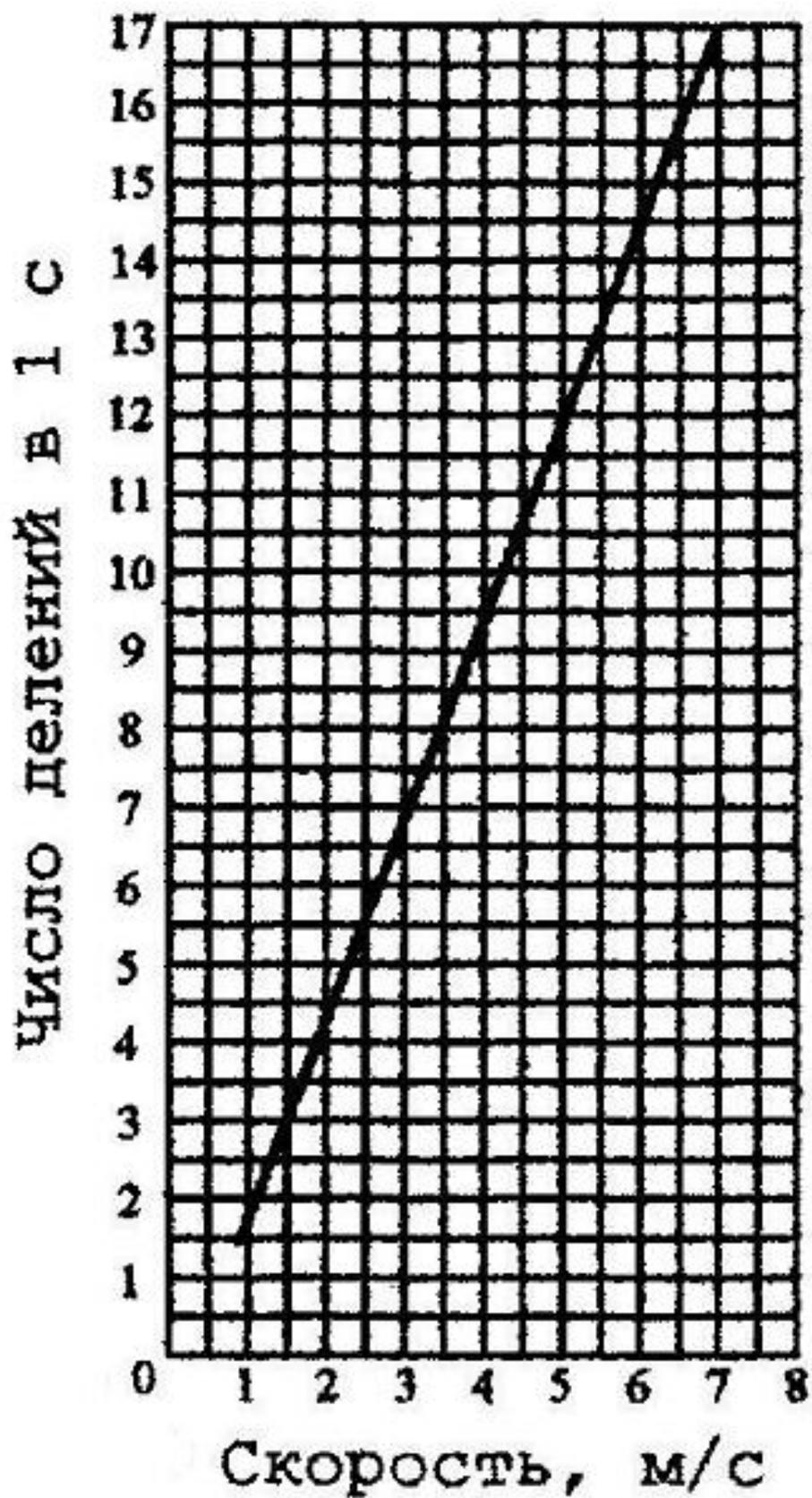


Рисунок 3.2 – Тарировочный график для определения скорости движения воздуха анемометром

3 Порядок проведения оценки параметров микроклимата:

3.1 Определить температуру воздуха в помещении на высоте 1,0 м от пола по термометру.

3.2 Определить температуру воздуха в помещении на высоте 0,1 м от пола по термометру.

3.3 Определить перепад температуры по высоте помещения.

3.4 Определить температуру воздуха на высоте 1,0 м от пола по термометру, установленному на стене с оконными проемами.

3.5 Найти разность температуры воздуха по горизонтали помещения.

3.6 Определить показания влажного и сухого термометров стационарного психрометра при неподвижном воздухе и определить относительную влажность воздуха в помещении, используя тарировочный график на психрометре.

3.7 Определить атмосферное давление по барометру.

3.8 По номограмме определить значения ТНС-индекса, которому соответствует точка пересечения прямой, соединяющей показания сухого и влажного термометров с нижней кривой (скорость движения воздуха равна нулю).

3.9 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).

3.10 По номограмме определить значения ТНС-индекса (с учетом скорости движения воздуха).

3.11 Результаты всех замеров и внести в таблицы 3.4 и 3.5 протокола оценки параметров микроклимата.

3.12 В таблице 3.4 сделать вывод о соответствии измеренных параметров микроклимата требованиям гигиенического норматива (табл. 3.1 и 3.2)

Таблица 3.1 – 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 3.2 – 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 3.3 – Допустимые значения ТНС-индекса на рабочих местах

Категория работ по уровню общих энергозатрат, Вт	Значения ТНС-индекса, °С
Ia (до 139)	22,2–26,4
Iб (140–174)	21,5–25,8
IIa (175–232)	20,5–25,1
IIб (233–290)	19,5–23,9
III (более 290)	18,0–21,8

Таблица 3.4 – 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 3.5 – Оценка влияния скорости движения воздуха в помещении на значения ТНС-индекса на рабочих местах

Наименование параметра	Скорость движения воздуха, м/с					
	0					
Показания сухого термометра (стационарный психрометр), °С						
Показания влажного термометра (стационарный психрометр), °С						
ТНС-индекс на рабочем месте	–					

ЗАНЯТИЕ 4

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

1 Цель работы

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

2 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.

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

Качественные показатели – фон, видимость, контраст.

Световой поток. Видимое излучение, оцениваемое по световому ощущению, которое оно производит на человеческий глаз, называется световым излучением, а мощность такого излучения – световым потоком. Единицей измерения мощности светового потока является люмен (лм).

Сила света – пространственная плотность светового потока, численно равная отношению светового потока, исходящего от точечного источника, к величине телесного угла, в пределах которого он распространяется.

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

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 $E_{н.г.}$:

$$КЕО = \left(\frac{E_i}{E_{н.г.}} \right) \cdot 100 \% . \quad (4.1)$$

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.

3 Порядок проведения оценки

Для измерения освещенности используется люксметр «ТКА-ПКМ», зарегистрированный в реестре средств измерений 24248-04. Шкала милливольтметра проградуирована в килोलюксах 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

освещённости более 200 лк необходимо перевести переключатель в положение «0–2000 лк». При измерениях освещённости более 2 000 лк необходимо перевести переключатель в положение «0–20 клк». При измерениях освещённости более 20 000 лк необходимо перевести переключатель в положение «0–200 клк». При проведении измерения освещённости 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 освещённости. После окончания работы выключить прибор поворотом переключателя в положение «Выкл.».

4.1 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.

4.2 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 (4.2–4.4) и данные расчета вносят также в протокол оценки.

4.3 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 ($E_{\text{ч}}$):

$$C_{\text{С}} = \frac{E_{\text{Н.В.}}}{E_{\text{ч}}} . \quad (4.2)$$

4.4 Степень наружного загрязнения ($C_{\text{Н}}$) оценивается по отношению освещенности при прохождении света через стекло с наружным загрязнением ($E_{\text{Н}}$) к освещенности при прохождении света через чистое стекло ($E_{\text{ч}}$):

$$C_{\text{Н}} = \frac{E_{\text{Н}}}{E_{\text{ч}}} . \quad (4.3)$$

4.5 Степень внутреннего загрязнения ($C_{\text{В}}$) оценивается по отношению освещенности при прохождении света через стекло с внутренним загрязнением ($E_{\text{В}}$) к освещенности при прохождении света через чистое стекло ($E_{\text{ч}}$):

$$C_{\text{В}} = \frac{E_{\text{В}}}{E_{\text{ч}}} . \quad (4.4)$$

На практике при исследовании коэффициентов естественной освещенности соблюдают ряд требований:

- замеры освещенности внутри и снаружи помещения производятся в одно время;
- замеры освещенности возможны лишь при небе, затянутом облаками;

– наружная горизонтальная освещенность измеряется на открытом месте, освещенном всем небосводом.

4.6 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. 4.1).

4.7 По формуле (4.1) рассчитать коэффициенты естественной освещенности в пределах характерного разреза помещения. Определить нормируемое значение $KEO_{НОРМ}$ 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).

4.8 Сравнить измеренное значение с нормируемым значением $KEO_{НОРМ}$ для данного помещения в соответствии с гигиеническим нормативом «Показатели безопасности для человека световой среды помещений производственных, общественных и жилых зданий» (табл. 4.2). Произвести оценку неравномерности естественного освещения (H) по формуле:

$$H = \frac{KEO_{max}}{KEO_{min}} \quad (4.5)$$

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 4.1 – Протокол оценки параметров естественного освещения

Наружная горизонтальная освещенность $E_{Н.Г.}$, лк	Расстояние i -ой точки измерения от окна L_i , м	Освещенность в i -той 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 4.2 – 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					КЕО, е _п , %			
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения	Сочетание нормируемых величин показателя ослеплённости и коэффициента пульсации	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	
						Всего	В том числе общего							
Р	К _п , %													
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
				Средний	Тёмный	4500	500	–	10	10				
			б	Малый	Средний	4000	400	1250	20	10				
				Средний	Тёмный	3500	400	1000	10	10				
			в	Малый	Светлый	2500	300	750	20	10				
				Средний	Средний	2000	200	600	10	10				
			г	Большой	Тёмный	1500	200	400	20	10				
				–	Средний	1250	200	300	10	10				

Продолжение таблицы 4.2

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 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Малой точности	Свыше 1 до 5	V	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 светящимися материалами 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 наблюдение за ходом производственного процесса, за инженерным и коммуникациями		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 подряда норм от Ia до IIIв может приниматься один из наборов нормируемых показателей, приведенных для данного подряда в графах 7–11.

2. Нормы освещенности, приведенные в таблице 4.2, 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 Кп указан в графе 11 для системы общего освещения или для светильников местного освещения, при системе комбинированного освещения. Кп от общего освещения в системе комбинированного не должен превышать 20 %.

8. Предусматривать систему общего освещения для разрядов I–III, IVa, 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 5

ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ЭМП НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

1 Цель работы

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

2 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 Тэсла (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.).

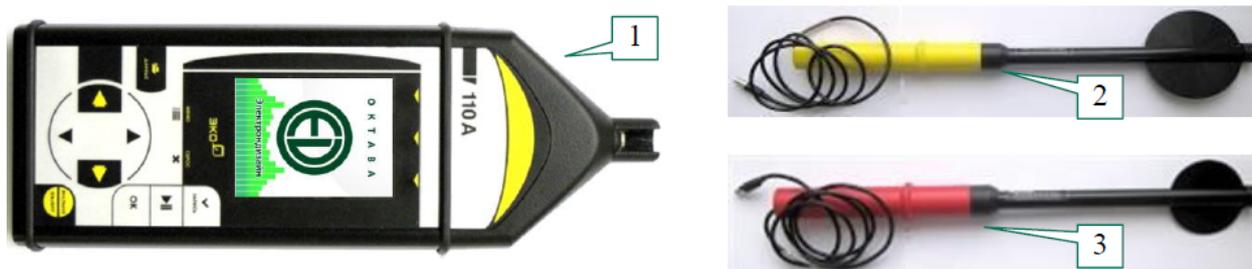
Для предупреждения профессиональных заболеваний лиц, работающих в условиях ЭМИ, применяются такие меры, как предварительный (для поступающих на работу) и периодический (не реже одного раза в год) медицинские осмотры, а также ряд мер, способствующих повышению устойчивости организма человека к действию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

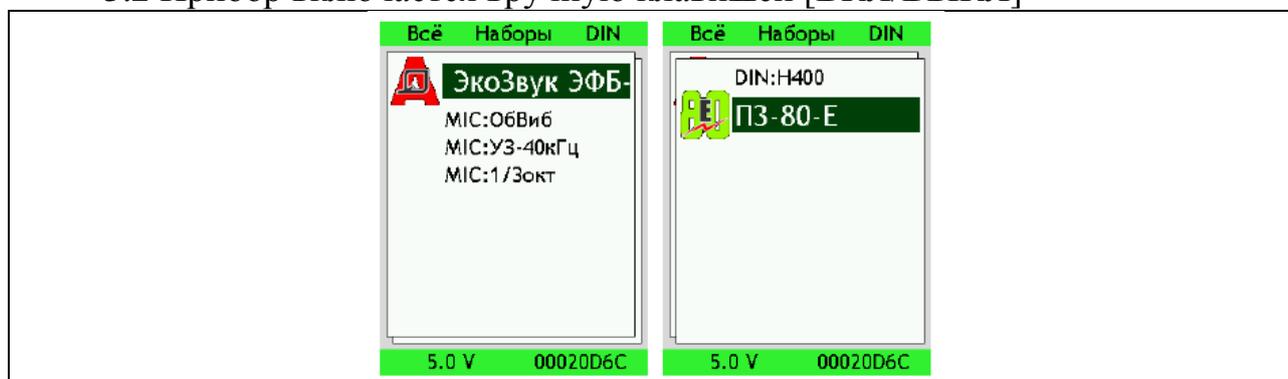
3 Порядок проведения оценки параметров ЭМИ

3.1 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

3.2 Прибор включается вручную клавишей [ВКЛ/ВЫКЛ]



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

3.2.2 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-Е	ПЗ-80-Е
DIN:Е300	ПЗ-80-Е300 для ПЗ-80-ЕН500
DIN:Е400	ПЗ-80-Е400 для ПЗ-80-ЕН500
DIN:Н300	ПЗ-80-Н300 для ПЗ-80-ЕН500
DIN:Н400	ПЗ-80-Н400 для ПЗ-80-ЕН500

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

3.2.4 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.

3.3 Включаем устройства ЭМП.

3.4. Выполнение измерений

3.4.1 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).

3.4.2 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.

3.4.3 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.

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

3.5 Повторить пп. 1–4 не менее 4 раз.

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

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

Окна результатов измерений режима «DIN: ПЗ-80-Е» показаны на рис. 5.1

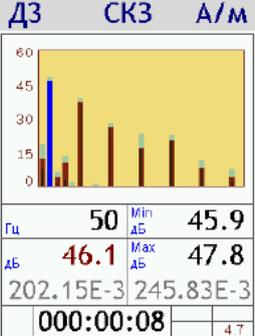
Окно	Доступные клавиши																
<p>«График»</p> <p>ДЗ СКЗ А/м</p>  <table border="1" data-bbox="167 571 422 705"> <tr> <td>Гц</td> <td>50</td> <td>Min</td> <td>45.9</td> </tr> <tr> <td>АБ</td> <td>46.1</td> <td>Мах</td> <td>47.8</td> </tr> <tr> <td></td> <td>202.15E-3</td> <td></td> <td>245.83E-3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>000:00:08</td> <td></td> <td>4.7</td> </tr> </table>	Гц	50	Min	45.9	АБ	46.1	Мах	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)</p> <p>[СКК] – не действует</p> <p>[ПКК] – переключает индикацию единиц измерений: А/м или нТл</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> <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	45.9														
АБ	46.1	Мах	47.8														
	202.15E-3		245.83E-3														
	000:00:08		4.7														
Окно	Доступные клавиши																
<p>«Все СКЗ и Пик»</p> <p>30-300 Гц А/м</p> <table border="1" data-bbox="167 1086 422 1377"> <tr> <td>Мах</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>	Мах	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</p> <p>[СКК] – цикл 30-300 Гц / 0,3-3кГц / 3-30кГц / 10-30кГц/5-2000R(режекция 50Гц)/5-2000 Гц/50 Гц</p> <p>[ПКК] – переключает индикацию единиц измерений: А/м / нТл / дБ</p> <p>[ВВЕРХ], [ВНИЗ] – аналогично [ПКК]</p> <p>[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>
Мах	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 5.1 – Окна результатов измерений режима «DIN: ПЗ-80-Е»

3.7 Результаты измерений, используя окна прибора заносим в протокол оценки параметров ЭМИ (табл. 5.1)

Таблица 5.1 – 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 (<i>E</i>), кВ/м	0,5 м от пола					0,5		
		1,5 м от пола							
		1,8 м от пола							
	Магнитная составляющая (<i>H</i>), А/м (<i>Магнитная индукция B</i> , мкТл)	0,5 м от пола					4(5)		
		1,5 м от пола							
		1,8 м от пола							

ЗАНЯТИЕ 6 РАСЧЁТ СИСТЕМЫ ЗАЗЕМЛЕНИЯ

1 Цель работы

Рассчитать систему заземления.

2 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. 6.1) 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 181–2023 предписывает, 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.

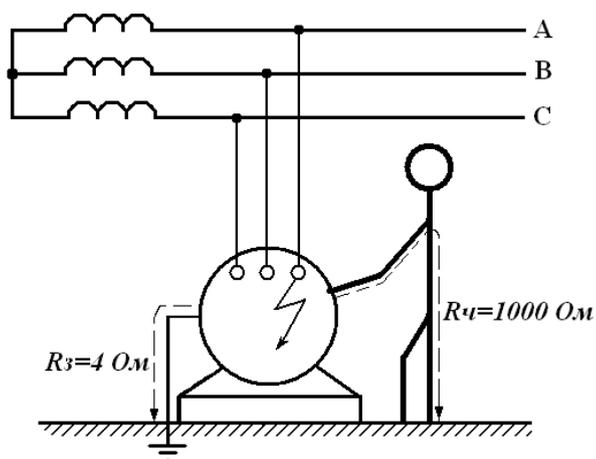


Рисунок 6.1 – Схема защитного заземления:

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).

Сопротивление заземляющих устройств в установках напряжением до 1000 В, работающих с изолированными от земли нейтралями, 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).

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. 6.1) рассчитать систему заземления, для которой будут применены стальные трубы с наружным диаметром 0,06 м, соединенные между собой стальной полосой.

Таблица 6.1 – 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	Лес	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):

$$R_{TP} = 0,366 \frac{\rho}{L} \left(\ln \frac{2L}{D} + 0,5 \ln \frac{4t_0 + L}{4t_0 - L} \right), \quad (6.1)$$

где ρ – удельное электрическое сопротивление грунта, Ом · м; L – длина трубы, м; D – наружный диаметр трубы, м; t_0 – глубина заложения трубы (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

$$n = \frac{R_{TP}}{R_3 \cdot \eta_{Э.ТР}}, \quad (6.2)$$

где R_3 – нормируемое значение сопротивление заземления; $\eta_{Э.ТР}$ – коэффициент экранирования труб (табл. 6.2).

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

$$R_{II} = 0,366 \frac{\rho}{l_{II}} \cdot \lg \frac{2l_{II}^2}{b \cdot h}, \quad (6.3)$$

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.

Глубина заложения полосы t определяется по формуле:

$$t = t_0 + \frac{L}{2}, \quad (6.4)$$

где t_0 – глубина промерзания грунта, м.

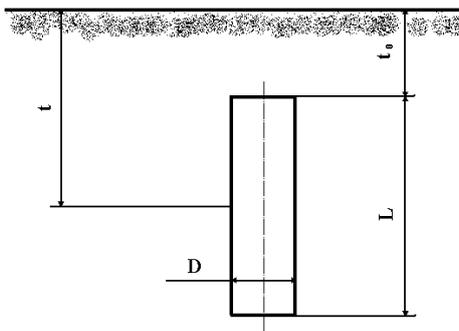


Рисунок 6.2 – Схема установки заземлителя

Таблица 6.2 – 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:

$$R_3^{ОБЩ} = \frac{1}{\frac{\eta_{Э.П}}{R_{П}} + \frac{\eta_{Э.ТР}}{R_{ТР}} \cdot n}, \quad (6.5)$$

где $\eta_{Э.П}$ – коэффициент экранирования полосы (табл. 6.3).

Таблица 6.3 – 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 7

РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ

1 Цель работы

Получить практические навыки по определению пожарной опасности легковоспламеняющихся жидкостей

2 Общие сведения

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.

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- пожароопасности.

3 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.

3.1 Рассчитать предварительную температуру вспышки жидкости, пользуясь эмпирическими формулами (7.1–7.3) при заданной температуре кипения. Определить истинную температуру вспышки паров испытуемой жидкости по формулам (7.4) и (7.5).

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

$$T'_B = 0,736 \cdot T_K, \quad (7.1)$$

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

Температура кипения жидкости (K) определяется по формуле:

$$T_K = t_K + 273. \quad (7.2)$$

где t_K – температура кипения жидкости, °С.

Предварительно температура вспышки в °С определяется по формуле:

$$t'_B = T'_B - 273, \quad (7.3)$$

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

Поправку на величину атмосферного давления определяют по формуле:

$$\Delta t = 0,345 \cdot (P - 101,3), \quad (7.4)$$

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:

$$t_B = t'_B + \Delta t, \quad (7.5)$$

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

3.3 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.

3.4 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 разрешается должно быть открытым не более 1 с. Если вспышка не произошла, испытываемую 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.

3.5 Результаты оценки показателей пожарной опасности жидкости занести в таблицу 7.1 протокола оценки.

3.6 Определить категорию помещения по пожароопасности (табл. 7.2)

Таблица 7.1 – 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 7.2 – 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

<p>Б Взрывопожаро- опасная</p>	<p>Горючие газы, нижний предел воспламенения которых свыше 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</p>
<p>В1–В4 Пожароопасная</p>	<p>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</p>
<p>Г1, Г2</p>	<p>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</p>
<p>Д</p>	<p>Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии</p>

ЗАНЯТИЕ 8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛОВ ВЗРЫВАЕМОСТИ ПАРОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ

1 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

2 Общие сведения

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 НКПВ и ВКПВ, тем опасней являются легковоспламеняющиеся жидкости. Для газов и паров жидкости НКПВ и ВКПВ 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. 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 легковоспламеняющих 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.

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.

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. 8.1) определить концентрационные и температурные пределы взрываемости паров горючих и легковоспламеняющихся жидкостей, категорию и класс помещения по взрывопожароопасности.

3 Порядок определения взрыво- и пожароопасных свойств горючих и легковоспламеняющихся жидкостей

3.1. По заданию преподавателя выбрать 4–5 жидкостей (табл. 8.1) и составить уравнения реакций горения, определив необходимое число молекул кислорода для проведения реакции.

3.2. Определить по формуле 8.1 значение нижнего концентрационного предела воспламенения.

Таблица 8.1 – 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_2	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

3.3. Определить по формуле 8.2 значение верхнего концентрационного предела воспламенения.

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

$$НКПВ_{II} = \frac{100}{4,76 \cdot (N - 1) + 1}, \% \quad (8.1)$$

$$ВКПВ_{II} = \frac{4 \cdot 100}{4,76 \cdot N + 4}, \% \quad (8.2)$$

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

3.4. Определение нижнего температурного предела воспламенения. Нижний температурный предел воспламенения определяется по нижнему концентрационному пределу распространения пламени, определенному в п. 3.2. Для этого необходимо по формуле (8.3) определить давление насыщенного пара, соответствующее НКПВ_П; по номограмме (рис. 8.1) определить температуру, соответствующую давлению насыщенного пара. Определенная таким образом температура является нижним температурным пределом распространения пламени для испытуемой горючей жидкости.

3.5. Определение верхнего температурного предела воспламенения. Верхний температурный предел воспламенения определяется по верхнему концентрационному пределу распространения пламени, определенному в п. 3.3. Затем необходимо по формуле (8.3) определить давление насыщенного пара, соответствующее ВКПВ_П; по номограмме (рис. 8.1) определить температуру, соответствующую давлению насыщенного пара. Определенная таким образом температура является верхним температурным пределом распространения пламени для испытуемой 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 (8.1 и 8.2), вычисляют значения P_n , соответствующие этим пределам (формула 8.3).

$$P_n = \frac{C \cdot P_0}{100} \quad (8.3)$$

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. 8.1). Для нахождения по номограмме температуры насыщенного пара (по давлению насыщенного пара) надо провести прямую через точку, обозначенную номером для соответствующей жидкости (табл. 8.1) 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.

3.6. Данные расчётов внести в протокол оценки показателей пожарной опасности жидкостей (табл. 8.2).

3.7. Определить категорию помещения и класс помещения по взрывопожароопасности (занятие 7, табл. 7.2).

Таблица 8.2 – Протокол оценки показателей пожарной опасности жидкостей

Наименование жидкости	Химический состав	Расчетное значение НКПВ _п , %	Расчетное значение ВКПВ _п , %	Значение НТПВ _п , °С	Значение ВТПВ _п , °С	Категория помещения по взрыво-пожароопасности

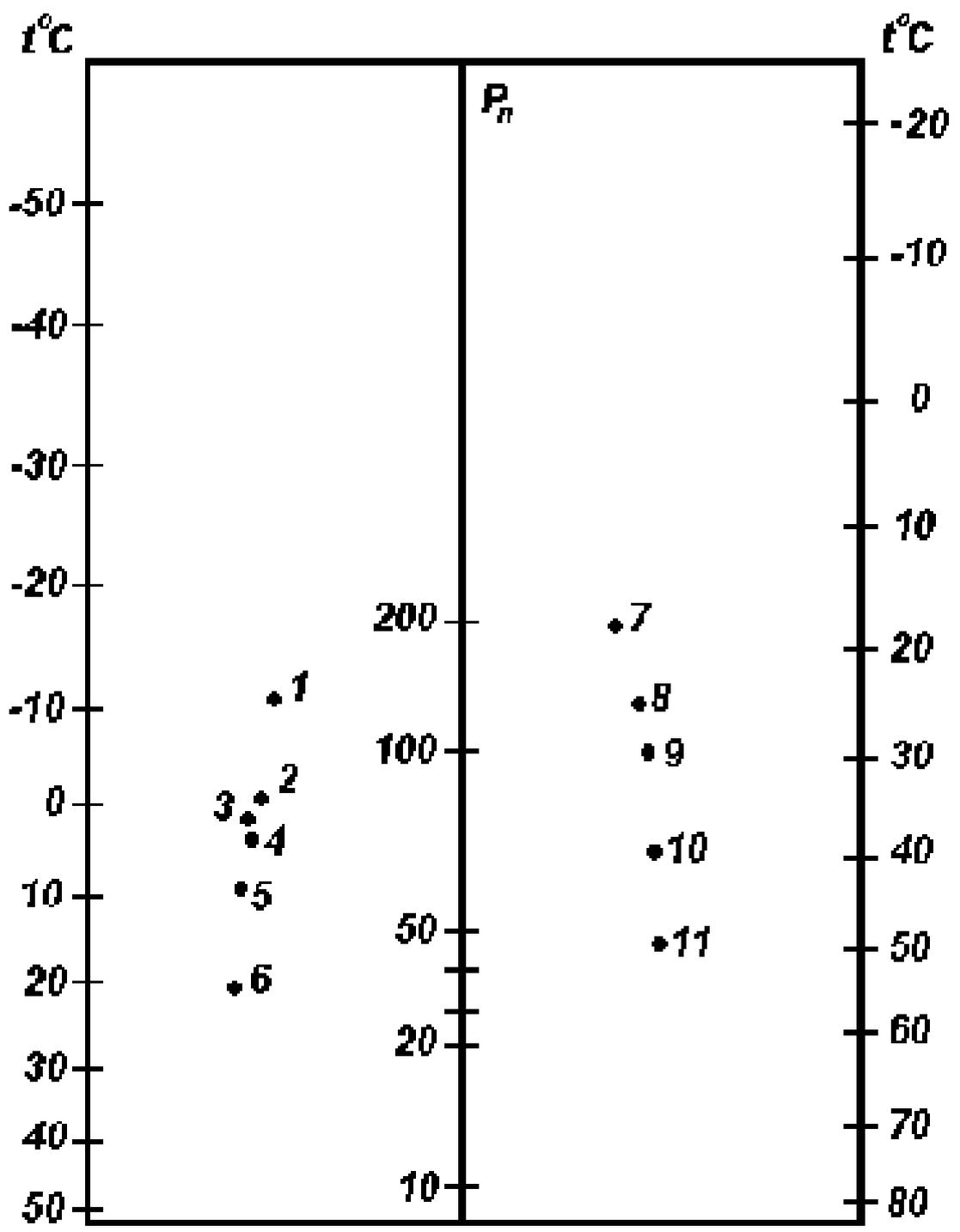


Рисунок 8.1 – Номограмма для определения параметров насыщенного пара горючих жидкостей

ЛИТЕРАТУРА

1. Андруш, В. Г. Охрана труда : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования / В. Г. Андруш, Л. Т. Ткачева, Т. П. Кот. – Минск : РИВШ, 2021. – 619 с.

2. Охрана труда в легкой промышленности : учебное 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, В. Н. Потоцкий, В. В. Ушаков, А. В. Гречаников ; УО "ВГТУ". – Витебск, 2016. – 475 с.

3. Челноков, А. А. Охрана труда : учебник для студентов учреждений высшего образования / А. А. Челноков, И. Н. Жмыхов, В. Н. Цап ; под ред. А. А. Челнокова. – Минск : Вышэйшая школа, 2020. – 543 с.

4. Об утверждении гигиенических нормативов : постановление Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г., № 37. – URL: <https://etalonline.by/document/?regnum=C22100037> (дата обращения: 10.12.2025). – Текст : электронный.

5. Об утверждении и введении в действие строительных норм СН 2.02.05-2020 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» : постановление Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 12 ноября 2020 г. № 79 – Текст : электронный // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=W22136297p> (дата обращения: 10.12.2025). – Текст : электронный.

6. Об утверждении и введении в действие технического кодекса установившейся практики ТКП 474 «Категорирование помещений, зданий и наружных установок» : постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 29 января 2013 г. №4. – URL: https://etalonline.by/document/?regnum=w213p0004&q_id= (дата обращения: 10.12.2025). – Текст : электронный.

7. Технический кодекс установившейся практики Республики Беларусь ТКП 181-2023 (33240) «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» : постановление Министерства энергетики Республики Беларусь от 27 ноября 2023 г. № 47. – Текст : электронный // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=W02542898p> (дата обращения: 10.12.2025). – Текст : электронный.

8. ГОСТ 12.0.003–74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация : государственный стандарт Республики Беларусь : издание официальное : введен в действие на территории Республики Беларусь с 17 декабря 1992 г. : введен впервые : дата введения :1976-01-01. – Минск : Госстандарт, 1978. – 8 с. – URL: <https://ips3.belgiss.by> (дата обращения: 19.05.2025). – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – Текст : электронный.

9. ГОСТ 12.1.044–2018. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. Взамен ГОСТ 12.1.044–89 : государственный стандарт Республики Беларусь : издание официальное : введен в действие на территории Республики Беларусь введен впервые : дата введения : 2019-12-01. – Минск : Госстандарт, 2019. – 222 с. – URL: <https://ips3.belgiss.by> (дата обращения: 10.12.2025). – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – Текст : электронный.

10. СТБ ИСО 45001–2020 Система менеджмента здоровья и безопасности при профессиональной деятельности. Требования и руководство по применению : государственный стандарт Республики Беларусь : издание официальное : введен в действие на территории Республики Беларусь с 25 февраля 2020 г. : введен впервые : дата введения : 2020-03-01. – Минск : Госстандарт, 2020. – 42 с. – URL: <https://ips3.belgiss.by> (дата обращения: 19.05.2025). – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – Текст : электронный

11. Министерство труда и социальной защиты республики Беларусь : сайт. – Минск, 2012-2025. – URL: <http://www.mintrud.gov.by> (дата обращения: 10.12.2025). – Текст : электронный.

Учебное издание

ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

методические указания
по выполнению практических занятий

Составители:

Гречаников Александр Викторович
Тимонов Иван Афанасьевич

Редактор *Р.А. Никифорова*
Корректор *А.С. Прокопюк*
Компьютерная верстка *К.А. Ленько*

Подписано к печати 26.01.2026. Формат 60x90 ¹/₁₆. Усл. печ. листов 4,1.
Уч.-изд. листов 5,1. Тираж 40 экз. Заказ № 18.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет»

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017