

621.7

3243

0-89



Министерство образования
Республики Беларусь

**БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра «Охрана труда»

ОХРАНА ТРУДА

**Методические указания
и контрольные задания для студентов
заочной формы обучения**

Минск 2007

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Охрана труда»

О Х Р А Н А Т Р У Д А

Методические указания и контрольные задания
для студентов заочной формы обучения
экономических специальностей
машиностроительного профиля

Минск 2007

Б21.7

УДК 658.345(076.4)

ББК 65.247я7

О-92

Составители:

Б.М. Данилко, Т.Н. Киселева, А.М. Лазаренков,
Е.В. Мордик

Рецензенты:

Л.П. Филянович, А.М. Науменко

В издании изложены вопросы дисциплины «Охрана труда», которые студент-заочник должен изучить самостоятельно, приведены методические указания по изучению разделов дисциплины и вопросы для самопроверки, вопросы и задачи по контрольной работе и методические указания по ее выполнению, а также список рекомендуемой литературы.

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Основным методом изучения дисциплины студентами-заочниками является самостоятельная работа с учебниками, учебными и справочными пособиями, государственными стандартами, правилами, нормами и другими нормативно-техническими документами. При изучении дисциплины рекомендуется внимательно ознакомиться с конкретным разделом программы, прочитать соответствующий материал в учебной, справочной и нормативной литературе, законспектировать его. Затем необходимо проверить усвоение изучаемого раздела, ответив на вопросы для самопроверки. Также при изучении данного курса рекомендуется ознакомиться с материалами по охране труда, имеющимися на предприятиях и в организациях по месту работы студента, с состоянием условий труда на производстве и мероприятиями по созданию безопасных и здоровых условий труда. После изучения всех разделов программы дисциплины студент выполняет контрольную работу и высылает ее в БНТУ на рецензирование. При положительной оценке контрольной работы студент допускается к ее защите на кафедре «Охрана труда».

Для разрешения возникших при изучении курса вопросов следует обратиться за консультацией на кафедру «Охрана труда».

2. ПРОГРАММА ПО ТЕМАМ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Организационные и правовые вопросы охраны труда

Предмет «Охрана труда». Опасные и вредные производственные факторы, их характеристика и классификация.

Основные законодательные акты по вопросам охраны труда. Нормативно-техническая документация по охране труда:

правила, нормы, инструкции, стандарты. Система стандартов безопасности труда.

Органы надзора и контроля за соблюдением законодательства об охране труда. Государственные органы и инспекции (Департамент Государственной инспекции труда при Министерстве труда и социальной защиты Республики Беларусь, Проматомнадзор МЧС Республики Беларусь, Госэнергонадзор, Госсаннадзор, Госпожнадзор), административный и общественный контроль.

Организация работы по охране труда на предприятиях и организациях. Обязанности администрации по обеспечению охраны труда. Задачи и права отдела (бюро) охраны труда. Организация обучения работающих безопасным методам производства работ. Отражение вопросов охраны труда в коллективном договоре.

Инструкции по охране труда.

Ответственность за нарушение законодательства о труде: дисциплинарная, административная и уголовная, возмещение материального ущерба при утрате трудоспособности.

Классификация причин травматизма и профессиональных заболеваний. Расследование и учет несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве. Методы анализа производственного травматизма: статистический, топографический, монографический, экономический.

Аттестация и оценка условий труда на рабочих местах. Льготы и компенсации за работу во вредных условиях труда. Гигиеническая классификация труда.

Литература: [1, 3, 4, 9–14].

Методические указания

При изучении данной темы необходимо обратить особое внимание на статьи глав 16 и 39 Трудового кодекса Республики Беларусь.

Вопросы для самопроверки

1. Охрана труда, структура и задачи.
2. Опасные и вредные производственные факторы, их классификация.
3. Вопросы охраны труда в основных законодательных актах.
4. Система стандартов по охране труда, ее назначение и структура.
5. Органы надзора и контроля в области охраны труда.
6. Обязанности администрации по обеспечению охраны труда.
7. Ответственность за нарушение законодательства о труде, норм и правил по охране труда.
8. Расследование несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.
9. Методы анализа производственного травматизма.

2.2. Оздоровление воздушной среды

Причины и характер загрязнения воздушной среды. Понятие «вредное вещество». Производственная пыль. Классификация пыли. Влияние пыли на организм человека. Вредные вещества, их классификация. Влияние вредных веществ на организм человека. Нормирование содержания вредных веществ в воздухе. Предельно допустимая концентрация.

Метеорологические условия на производстве. Основные параметры микроклимата рабочей зоны: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха, интенсивность теплового излучения. Влияние параметров микроклимата на условия труда. Тепловой баланс и терморегуляция человеческого организма. Нормирование параметров микроклимата. Категории работ по тяжести физического труда. Периоды года. Оптимальные и допустимые метеоусловия.

Мероприятия по оздоровлению воздушной среды. Защита от тепловых излучений. Системы вентиляции, требования к ним.

Принцип устройства естественной вентиляции. Аэрация. Принцип устройства механической вентиляции. Приточная, вытяжная и приточно-вытяжная вентиляция. Вентиляторы. Устройство местной вентиляции. Очистка воздуха от пыли и газов.

Литература: [1, 3–5, 15, 16, 29, 32].

Методические указания

При изучении данной темы следует воспользоваться материалами, имеющимися на предприятии (характеристика вредных веществ, используемых и выделяющихся при выполнении конкретных технологических процессов, фактические концентрации вредных веществ на рабочих местах, мероприятия по оздоровлению воздушной среды, профессиональные заболевания и их причины). Также необходимо ознакомиться с ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. «Общие санитарно-технические требования к воздуху рабочей зоны».

Вопросы для самопроверки

1. Понятия «вредное вещество» и «предельно допустимая концентрация».
2. Классификация вредных веществ.
3. Влияние пыли на организм человека.
4. Характеристика и нормирование параметров микроклимата в зависимости от категории работ по энергозатратам организма и периода года.
5. Характеристика естественной и механической вентиляции.
6. Применение устройств местной вентиляции.

2.3. Производственное освещение

Виды и системы производственного освещения. Естественное и искусственное освещение. Количественные показатели

освещения: световой поток, сила света, освещенность, яркость. Качественные показатели освещения: наименьший размер объекта различения, фон, контраст объекта различения с фоном. Разряды и подразряды зрительных работ.

Нормирование естественного освещения. Коэффициент естественной освещенности. Нормирование искусственного освещения. Расчет искусственного освещения методом коэффициента использования и точечным методом.

Литература: [1, 4, 6, 17].

Методические указания

При изучении темы следует ознакомиться с СНБ 2.04.05-98. «Естественное и искусственное освещение», а также уяснить принцип нормирования освещенности рабочих мест в зависимости от характеристики зрительных работ, вида и системы освещения, пояса светового климата.

Вопросы для самопроверки

1. Определение основных светотехнических показателей.
2. Характеристика зрительных работ.
3. Коэффициент естественной освещенности и его выбор.
4. Нормирование искусственного освещения.

2.4. Производственная вибрация

Источники вибрации. Причины возникновения вибраций. Виды вибраций: общая и локальная. Виды общей вибрации: транспортная, транспортно-технологическая, технологическая. Параметры вибрации. Влияние вибрации на организм человека. Нормирование параметров вибрации. Средства и методы защиты от вибраций.

Литература: [1–4, 18, 19].

Методические указания

При изучении темы следует ознакомиться со следующими нормативно-техническими документами: ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. «Вибрационная безопасность. Общие требования»; СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-33-2002. «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

Вопросы для самопроверки

1. Воздействие вибрации на организм человека.
2. Нормирование параметров вибрации.
3. Логарифмические уровни параметров вибрации.
4. Средства и методы защиты от вибраций.

2.5. Производственный шум и ультразвук

Сущность понятия «шум». Физические характеристики звукового поля: интенсивность звука, звуковое давление. Частотный диапазон звуков слышимого диапазона. Октавные полосы. Слуховое поле: порог слышимости, порог болевого ощущения. Понятие логарифмического уровня параметров шума.

Классификация шумов, действие шума на организм человека. Нормирование параметров шума.

Средства и методы защиты от шума. Уменьшение шума в источнике его возникновения. Методы снижения шума на пути его распространения от источника. Звукопоглощение. Звукоизоляция. Глушители шума. Средства индивидуальной защиты от шума.

Ультразвук, его действие на организм человека, нормирование ультразвука. Средства и методы защиты от ультразвука. Литература: [1–5, 7, 20, 21, 30].

Методические указания

При изучении темы следует использовать имеющиеся на предприятии материалы по замерам параметров шума и ультразвука на рабочих местах, оценить причины повышенного шума и предложить мероприятия по снижению уровня шума и улучшению условий труда работающих. Также следует ознакомиться с нормативно-техническими документами: ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности»; СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. «Шум на рабочих местах в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». – Минск: Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2003.

Вопросы для самопроверки

1. Характеристика параметров шума и ультразвука.
2. Характеристика слухового поля.
3. Влияние шума и ультразвука на организм человека.
4. Нормирование шума и ультразвука.
5. Сущность звукоизоляции и звукопоглощения. Используемые материалы.

2.6. Защита от электромагнитных полей

Источники электромагнитных полей. Воздействие электромагнитных полей на человека. Классификация полей по частотным диапазонам.

Зоны индукции и излучения. Нормирование электрических полей промышленной частоты. Нормирование электромагнитных полей радиочастот. Средства защиты от электромагнитных полей.

Литература: [1, 4, 5, 31].

Методические указания

После изучения данной темы рекомендуется ознакомиться с эксплуатируемыми на предприятии высокочастотными установками, с имеющимися материалами по замерам напряженностей электрических и магнитных полей на рабочих местах и применяемыми средствами защиты от действия полей.

Вопросы для самопроверки

1. Использование электромагнитных полей на производстве.
2. Нормирование электромагнитных полей.
3. Экранирование электромагнитных полей, отражающие и поглощающие экраны.

2.7. Защита от ионизирующих излучений

Виды ионизирующих излучений, их физическая природа и особенности распространения. Основные физические характеристики: активность, экспозиционная доза, поглощенная доза, эквивалентная доза и единицы измерения. Биологическое воздействие ионизирующих излучений. Внешнее и внутреннее облучение. Нормирование ионизирующих излучений. Категории облучаемых лиц. Группы критических органов человека. Принципы защиты от ионизирующих излучений.

Литература: [1, 3, 22].

Методические указания

При изучении темы следует ознакомиться с Нормами радиационной безопасности (НРБ – 2000).

Вопросы для самопроверки

1. Характеристика отдельных видов радиоактивного излучения.
2. Эквивалентная доза, ее сущность и единицы измерений.
3. Нормирование ионизирующих излучений для различных категорий населения.
4. Средства коллективной и индивидуальной защиты от ионизирующих излучений.

2.8. Электробезопасность

Сущность понятия «электробезопасность». Действие электрического тока на человека. Виды поражения электрическим током (электротравмы и электроудары). Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током. Причины поражения электрическим током. Основные меры защиты от поражения электрическим током. Классификация помещений по опасности поражения электрическим током.

Явления при стекании тока в землю. Напряжение прикосновения и шаговое напряжение. Устройство, принцип действия и область применения защитного заземления. Нормирование параметров защитного заземления. Принцип действия и область применения зануления. Средства индивидуальной защиты от поражения электрическим током.

Первая помощь пострадавшим от электрического тока.

Принципы возникновения статического электричества, его воздействие на организм человека, нормирование и способы защиты от него.

Литература: [1, 2, 5, 8, 23, 24].

Методические указания

При изучении темы особое внимание необходимо обратить на способы и средства защиты от поражения током, а также на

правила оказания первой помощи пострадавшим от воздействия электрического тока.

Вопросы для самопроверки

1. Действие электрического тока на организм человека.
2. Виды электротравм, электроудары.
3. Характеристика факторов, влияющих на исход поражения электрическим током.
4. Защитное заземление, схема заземления, принцип действия.
5. Зануление, схема зануления, принцип действия.
6. Правила проведения искусственного дыхания.
7. Правила проведения непрямого массажа сердца.

2.9. Пожарная безопасность

Понятие о процессе горения. Виды горения. Горение жидкостей, температура вспышки. Горение газов, область воспламенения. Горение пылей, предел воспламенения. Категорирование зданий и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности.

Причины пожаров на предприятиях. Мероприятия по пожарной профилактике.

Огнестойкость зданий и сооружений. Предел огнестойкости основных строительных конструкций. Степень огнестойкости зданий и сооружений.

Пожарная профилактика при проектировании и строительстве промышленных предприятий. Повышение огнестойкости зданий и сооружений. Зонирование территории. Противопожарные разрывы и преграды. Требования к путям эвакуации. Огнетушащие вещества: вода, химическая и воздушно-механическая пены, порошковые составы, углекислый газ и др., их характеристика и область применения.

Средства пожаротушения: пеногенераторы, огнетушители, спринклерные и дренчерные системы. Устройство, принцип действия и применение пенных, углекислотных и порошковых огнетушителей. Пожарная сигнализация.

Организация работы по пожарной безопасности на предприятии. Ответственность за противопожарное состояние предприятий. Противопожарный инструктаж и обучение. Пожарно-техническая комиссия. Добровольные пожарные дружины. Функции и права органов Государственного пожарного надзора.

Литература: [1, 4, 25, 26].

Методические указания

При изучении темы следует ознакомиться с пожаро- и взрывоопасностью веществ и материалов, применяемых на предприятии, с разделением отдельных помещений и участков по категориям взрывопожарной и пожарной опасности, с используемыми на предприятиях средствами и мерами пожарной защиты и профилактики.

Вопросы для самопроверки

1. Особенности горения газов, жидкостей и пылей.
2. Определение категорий взрывопожарной и пожарной опасности зданий и помещений предприятий.
3. Устройство и принцип действия пенного огнетушителя.
4. Устройство и принцип действия углекислотного огнетушителя.
5. Тушение электрооборудования, находящегося под напряжением.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа состоит из решения двух задач и ответов на пять вопросов, выбираемых по таблице. Вариант выполняемой работы определяется по последней цифре учебного шифра студента, а условие задачи выбирается по предпоследней цифре учебного шифра.

Решение задачи и ответы на вопросы должны сопровождаться ссылками на литературные источники, а также эскизами. Тексты должны быть согласованы с эскизами путем цифровых и буквенных обозначений.

В конце работы указывается использованная литература, ставится подпись студента и дата.

Варианты контрольных работ

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Задачи	1, 11	2, 11	3, 11	4, 11	5, 11	6, 11	7, 11	8, 11	9, 11	10, 11
Вопросы	1, 11, 21, 31, 41	2, 12, 22, 32, 42	3, 13, 23, 33, 43	4, 14, 24, 34, 44	5, 15, 25, 35, 45	6, 16, 26, 36, 46	7, 17, 27, 37, 47	8, 18, 28, 38, 48	9, 19, 29, 39, 49	10, 20, 30, 40, 50

Задачи для контрольной работы

Задача 1

Определить суммарный уровень шума в помещении от работы пяти металлорежущих станков.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Уровень шума станков, дБ: первого	89	90	88	93	87	91	86	86	84	92

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
второго	86	87	86	88	85	89	85	84	81	90
третьего	81	84	80	82	80	85	81	80	79	85
четвертого	79	78	75	77	75	80	76	77	76	81
пятого	76	76	73	80	74	77	73	75	71	78

Указания к решению задачи

1. Определить разность уровней шума первого и второго станков $\Delta_{1-2} = L_1 - L_2$ при $L_1 > L_2$.
2. Определить добавку ΔL_{1-2} к большему уровню шума по найденной выше разнице (см. прил., табл. П 6).
3. Определить суммарный уровень шума первого и второго станков:

$$L_{\text{сум}1-2} = L_1 + \Delta L_{1-2}.$$

4. Определить разность уровней суммарного шума первого и второго станка $L_{\text{сум}1-2}$, третьего станка L_3 и добавку ΔL_{1-2-3} .
5. Продолжить решение задачи аналогичным образом.

Задача 2

Рассчитать зануление станков на отключающую способность. Станки имеют три электродвигателя различной мощности P_n . Мощность трансформатора, питающего станки, 1000 кВ·А. Линейное напряжение $U = 380$ В. Длина линии питания станков равна l . Фазные провода проложены в стальной трубе, которая используется в качестве нулевого защитно-проводника.

Вариант	Исходные данные				
	Номинальная мощность электродвигателей, кВт	Номинальный коэффициент мощности	Номинальный КПД, %	Кратность пускового тока	Длина линии, м
1; 2	7,5	0,87	0,885	7,5	
	1,5	0,81	0,80	6,5	20
	0,6	0,76	0,72	5,5	
3; 4	13	0,89	0,885	7,5	
	3	0,84	0,835	6,5	20
	1,1	0,80	0,78	5,5	
5; 6	5,5	0,86	0,88	7,5	
	3,0	0,84	0,835	6,5	15
	0,6	0,76	0,72	5,5	
7; 8	5,5	0,86	0,88	7,5	
	2,2	0,83	0,825	6,5	15
	0,8	0,78	0,745	5,5	
9; 0	13	0,89	0,885	7,5	
	0,8	0,78	0,745	5,5	18
	0,6	0,76	0,72	5,5	

Указания к решению задачи

1. Определить номинальные токи двигателей станка

$$I_{нi} = \frac{P_{нi} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi_{нi} \eta_{нi}}, \text{ А,}$$

где $P_{нi}$ – номинальная мощность двигателя, кВт;

U – линейное напряжение, В;

$\cos \varphi_{нi}$ – номинальный коэффициент мощности;

$\eta_{нi}$ – номинальный КПД двигателя.

2. Определить расчетный номинальный ток станка

$$I_p = \Sigma I_{нi}, \text{ А.}$$

3. Выбрать провода питания станка (табл. П1), указав вид, материал, сечение проводов и допустимый длительный ток I_d :

$$I_d \geq I_p.$$

4. Рассчитать ток плавкой вставки предохранителя из следующих условий:

а) $I_{вст} \geq I_p$;

б) $I_{вст} \geq I_{пик}/2,5$.

Максимальный кратковременный пиковый ток линии

$$I_{пик} = I_p - I_{н.б.}(1-k'),$$

где $I_{н.б.}(1-k')$ – номинальный ток и кратность пускового тока двигателя, имеющего наибольший ток.

Выбор плавкой вставки произвести по большему току при одном из условий с округлением значений тока плавкой вставки до одного из следующих больших значений: 6, 10, 15, 20, 25, 31,5, 35, 40, 50, 63, 80, 100 А.

5. Рассчитать ток однофазного короткого замыкания на не-токоведущие металлические части (корпус) станка

$$L_{к.з.} = \frac{U \cdot 1000}{\sqrt{3} \left(\frac{Z_T}{3} + Z_n \right)}, \text{ А,}$$

где U – линейное напряжение, В;

$Z_T/3$ – сопротивление фазы трансформатора, мОм;

Z_n – полное сопротивление петли фаза-ноль линии от шин вторичного контура трансформатора до точки короткого замыкания, мОм.

Сопротивление фазы трансформатора мощностью более 630 кВ·А можно принять равным нулю.

Полное сопротивление петли фаза-нуль линии

$$Z_{\pi} = \sqrt{(R_{\phi} + R_0)^2 + (X_{\phi} + X_0 + X_{и})^2},$$

где R_{ϕ} , R_0 – активные сопротивления фазного и нулевого защитного проводника;

X_{ϕ} , X_0 – индуктивные сопротивления фазного и нулевого защитных проводников;

$X_{и}$ – внешнее сопротивление петли «фаза-нуль».

Активное сопротивление фазного проводника

$$R_{\phi} = R \cdot l, \text{ мОм},$$

где R – активное сопротивление провода, мОм (табл. П1);

l – длина линии, м.

Активное сопротивление нулевого защитного проводника

$$R_0 = \frac{4l \cdot 10^3}{\gamma \cdot \pi (D_{н}^2 - D_{в}^2)}, \text{ мОм},$$

где γ – удельная проводимость стали, $\gamma = 10,2 \frac{\text{м}}{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}$;

$D_{н}$, $D_{в}$ – наружный и внутренний диаметры трубы, мм.

Ориентировочно можно принять трубу с $D_{н} = 32$ мм, $D_{в} = 28$ мм. Индуктивные сопротивления проводников малы, и ими можно пренебречь. Также можно пренебречь небольшим сопротивлением взаимной индукции при прокладке проводов в стальных трубах.

6. Сравнить величину тока однофазного короткого замыкания с током плавкой вставки предохранителя.

Если $I_{к.з.} \geq k \cdot I_{вст.}$, где $k = 3,0$, то расчет на зануление проведен правильно. Если $I_{к.з.} < k \cdot I_{вст.}$, то необходимо увеличить сечение нулевого защитного проводника, т.е. подобрать другую трубу и расчет повторить.

З а д а ч а 3

Рассчитать систему зануления электродвигателя вентилятора.

Мощность трансформатора $P = 400$ кВт·А, номинальное вторичное напряжение $U_H = 380$ В, сопротивление трансформатора $Z_T = 0,195$ Ом. В качестве нулевого защитного проводника применяется стальная шина сечением 4 x 40 мм, которая имеет активное сопротивление $r_0 = 2,8$ мОм/м, индуктивное сопротивление $x_0 = 1,7$ мОм/м.

Исходные данные	В а р и а н т ы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Номинальная мощность двигателя, кВт	2,2	3,0	4	5,5	7,5	10	5,5	4	3,0	2,2
Коэффициент мощности $\cos\varphi$	0,87	0,88	0,89	0,89	0,88	0,9	0,89	0,89	0,88	0,87
Кратность пускового тока $K^i = I_{\text{пуск}}/I_H$	6,5	6,5	6,5	7,5	7,5	7,5	7,5	6,5	6,5	6,5
Длина фазного проводника, м	50	50	75	30	50	50	30	50	40	50
Длина нулевого проводника, м	50	25	30	30	25	25	15	25	20	25

Указания к решению задачи

1. Определить номинальный ток электродвигателя

$$I_H = \frac{P \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos\varphi}, \text{ А,}$$

где P – номинальная мощность двигателя, кВт;

U_H – номинальное напряжение, В;

$\cos\varphi$ – коэффициент мощности.

2. Выбрать фазные провода питания двигателя по допустимому длительному току I_d ($I_d > I_n$), указав вид, материал и сечение провода (табл. П1).

3. Рассчитать пусковой ток двигателя:

$$I_{\text{пуск}} = k^1 \cdot I_n, \text{ А,}$$

где k^1 – кратность пускового тока.

4. Определить номинальный ток плавкой вставки предохранителей:

$$I_{\text{вст}} = I_{\text{пуск}} / \alpha, \text{ А,}$$

где α – коэффициент режима работы; для двигателей, приводящих в действие механизмы с редкими пусками (в т.ч. вентиляторов), $\alpha = 2 \dots 2,5$.

5. Определить ожидаемое значение тока короткого замыкания из условия обеспечения отключающей способности:

$$I_{\text{кз.о}} \geq 3I_{\text{вст.}}$$

6. Определить фактическое значение тока короткого замыкания по формуле

$$I_{\text{кз}} = \frac{U_n}{\frac{Z_1}{\sqrt{3}} + Z_n}, \text{ А,}$$

где Z_T – сопротивление трансформатора, Ом;

Z_n – полное сопротивление петли фаза-нуль.

Полное сопротивление петли фаза-нуль определяется по зависимости

$$Z_{\Pi} = \sqrt{(R_{\Phi} + R_0)^2 + (X_{\Phi} + X_0 + X_{\text{н}})^2}, \text{ Ом},$$

где R_{Φ} , R_0 – активные сопротивления фазного и нулевого проводников, Ом;

X_{Φ} , X_0 – внутренние индуктивные сопротивления фазного и нулевого проводников, Ом;

$X_{\text{н}}$ – внешнее сопротивление петли фаза-нуль, Ом.

Активное сопротивление фазного проводника

$$R_{\Phi} = r_{\Phi} \cdot l_{\Phi}, \text{ Ом},$$

где r_{Φ} – активное сопротивление фазного провода, Ом/м (табл. П1; учесть, что в таблицах размерность сопротивления мОм/м);

l_{Φ} – длина фазного проводника.

Индуктивное сопротивление X_{Φ} фазных проводников из алюминия или меди мало, поэтому им можно пренебречь.

Активное и индуктивное сопротивление нулевого проводника (стальной шины) соответственно будут

$$R_0 = r_0 \cdot l_0, \text{ Ом}, \text{ и } X_0 = x_0 \cdot l_0, \text{ Ом},$$

где r_0 , x_0 – активное и индуктивное сопротивление стальной шины; Ом/м,

l_0 – длина стальной шины, м.

Внешнее индуктивное сопротивление петли фаза-нуль

$$X_{\text{н}} = 0,6 \cdot 10^{-3} (l_{\Phi} + l), \text{ Ом}.$$

7. Полученное значение тока короткого замыкания $I_{\text{к.з}}$ сравнить с ожидаемым значением тока короткого замыкания $I_{\text{к.з.о}}$ с целью проверки условия надежного срабатывания защиты $I_{\text{к.з}} \geq I_{\text{к.з.о}}$.

Если условие выполняется, то расчет проведен правильно. В случае невыполнения условия следует увеличить сечение проводников и расчет повторить.

Задача 4

Рассчитать заземляющее устройство для заземления электрооборудования. Установленная мощность электроустановок – 500 кВт, напряжение питания – 380 В. Заземляющее устройство состоит из вертикальных заземлителей из стальных труб или уголков длиной l и горизонтального заземлителя из стальной полосы 4 x 40 мм. Вертикальные заземлители расположены по контуру с интервалом a . Глубина заложения горизонтального заземлителя $t_0 = 0,7$ м.

Указания к решению задачи

1. Определить допустимое сопротивление заземляющих устройств с учетом удельного сопротивления грунта. При общей установленной мощности электрооборудования, превышающей 100 кВт·А, нормируемое допустимое сопротивление $R_{\text{зн}} \leq 4$ Ом. Если удельное сопротивление грунта превышает 100 Ом·м, то допускается увеличить это значение в

$$k = \rho_{\text{гр}}/100 \text{ раз,}$$

т.е.

$$R_3 = k \cdot R_{\text{зн}} \leq \frac{\rho_{\text{гр}}}{100} \cdot R_{\text{зн}}, \text{ Ом,}$$

где $\rho_{\text{гр}}$ – сопротивление грунта, Ом·м.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тип одиночного вертикального заземлителя	труба $d=50$ мм	уголок 50 x 50 x x 5 мм	труба $d=55$ мм	уголок 60 x 60 x x 6 мм	труба $d=60$ мм	уголок 75 x 75 x x 8 мм	труба $d=50$ мм	уголок 60 x 60 x x 6 мм	труба $d=60$ мм	уголок 50 x 50 x x 5 мм
Длина заземлителя, м	3,0	3,0	2,5	2,5	3,0	3,0	2,5	3,0	2,5	2,5
Грунт	глина	суглинок	песок	супесок	чернозем	супесок	суглинок	глина	песок	чернозем
Удельное сопротивление грунта, Ом·м	40	100	700	300	20	300	100	40	700	20
Расстояние между заземлителями a , м	4,5	4,5	5,0	5,0	4,5	4,5	5,0	4,5	5,0	5,0

2. Определить сопротивление растеканию одиночного вертикального заземлителя.

$$R_{\text{н}} = \frac{\rho_{\text{расч.в}}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right), \text{ Ом},$$

где $\rho_{\text{расч.в}}$ – расчетное удельное сопротивление грунта для вертикальных заземлителей, Ом·м;

l – длина заземлителя, м;

d – диаметр трубчатого заземлителя, м; для уголка с шириной полки b $d = 0,95 b$.

t – расстояние от середины заземлителя до поверхности грунта, м;

$$t = t_0 + \frac{l}{2};$$

t_0 – глубина заложения горизонтального заземлителя, м;

Расчетное удельное сопротивление грунта

$$\rho_{\text{расч.в}} = \rho_{\text{гр}} \cdot k_{\text{с}},$$

где $k_{\text{с}}$ – коэффициент сезонности для вертикальных заземлителей.

Для климатической зоны II, в которой расположена Беларусь, $k_{\text{с}} = 1,4 - 1,6$.

3. Определить ориентировочное число вертикальных заземлителей

$$n_{\text{в.о.}} = R_{\text{в}}/R_{\text{з}}.$$

4. Определить коэффициент использования вертикальных заземлителей $\eta_{\text{в}}$ без учета влияния горизонтального заземлителя (табл. ПЗ).

5. Определить число вертикальных заземлителей с учетом коэффициента использования:

$$n_{\text{в}} = \frac{R_{\text{з}}}{\eta_{\text{в}} \cdot R_{\text{з}}}$$

6. Определить сопротивление растеканию горизонтального заземлителя

$$R_{\text{г}} = \frac{\rho_{\text{расч.г}}}{2\pi l_{\text{пол}}} \ln \frac{2l_{\text{пол}}}{b \cdot t_0}, \text{ Ом,}$$

где $\rho_{\text{расч.г}}$ – расчетное удельное сопротивление грунта для горизонтальных заземлителей, Ом·м;

$l_{\text{пол}}$ – длина полосы горизонтального заземлителя, м;

b – ширина полосы, м;

t_0 – глубина заложения горизонтального заземлителя, м.

Длина полосы

$$l_{\text{пол}} = 1,05 \cdot n_{\text{в}} \cdot a,$$

где a – расстояние между заземлителями, м.

Расчетное удельное сопротивление грунта

$$\rho_{\text{расч.г}} = \rho_{\text{гр}} \cdot k_{\text{с}}^1,$$

где $k_{\text{с}}^1$ – коэффициент сезонности для горизонтальных заземлителей; для климатической зоны II: $k_{\text{с}}^1 = 2,0 \dots 2,5$.

7. Определить действительное сопротивление растеканию горизонтального заземлителя

$$R'_r = \frac{R_r}{\eta_r}, \text{ Ом,}$$

где η_r – коэффициент использования горизонтального полюсового заземлителя (табл. ПЗ).

8. Определить сопротивление растеканию тока вертикальных заземлителей с учетом сопротивления горизонтального заземлителя:

$$R'_r = \frac{R'_1 \cdot R_3}{R'_r - R_3}, \text{ Ом.}$$

9. Уточнить количество вертикальных заземлителей

$$n'_B = \frac{R_B}{\eta_B \cdot R'_B}.$$

Полученное значение округлить до большего целого.

10. Определить общее расчетное сопротивление заземляющего устройства:

$$R = \frac{R'_B \cdot R'_r}{R'_B \cdot \eta_r + R'_2 \cdot \eta_B \cdot n'_B}, \text{ Ом.}$$

Правильно рассчитанное заземляющее устройство должно отвечать условию $R \leq R_3$. Если $R > R_3$, то необходимо увеличить число вертикальных заземлителей.

Задача 5

Рассчитать кратность воздухообмена общеобменной механической вентиляции в производственном помещении, в воздух рабочей зоны которого выделяются вредные вещества, избыточные тепловыделения и пыль.

№ пп	Исходные данные	В а р и а н т ы									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Объем про- изводствен- ного поме- щения, м ³	3460	2800	3200	3670	3420	3050	2010	4140	2140	3480
2	Количество выделяемой пыли, г/ч										
	сталь леги- рованная		21		38			28			32
	чугун	18		26		40		42		22	
	оксид железа		20				41		46		28
	сульфат аммония			13		15			20		
	сажа	15			20		24			14	
3	Количество выделяемых вредных ве- ществ, г/ч										
	оксид углерода	34			30	40		48			28
	сероуглерод			7					8	10	
	кислота серная		4				5				
	кислота соляная		20						18		
	аммиак			70			100				
	масла мине- ральные	15				42		500		21	
	углеводоро- ды алифа- тические				600						700
4	Избыточные тепловыде- ления, кДж/ч	18300	20210	29680	16410	39940	18610	29980	42450	14840	39840
5	Температу- ра приточ- ного возду- ха, °С	17	16	14	18	15	19	16	17	16	18

Указания к решению задачи

1. Определить воздухообмен производственного помещения для снижения концентрации пыли и вредных веществ.

Расчет производится для каждого вида пыли и вредных веществ.

$$L = \frac{G \cdot 1000}{C_{\text{уд}} - C_{\text{пр}}}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где G – количество выделяемой пыли вредного вещества, г/ч;

$C_{\text{уд}}$ – предельно допустимая концентрация пыли или вредного вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м³ (определяется по ГОСТ 12.1.005-88);

$C_{\text{пр}}$ – концентрация пыли вредного вещества в приточном воздухе, мг/м³.

Значение $C_{\text{пр}}$ принять в соответствии с данными табл. П4 приложения.

2. Определить кратность воздухообмена для снижения концентрации пыли и вредных веществ до допустимых значений

$$K = \frac{L}{V}, \text{ 1/ч},$$

где L – необходимый воздухообмен, м³/ч;

V – объем производственного помещения, м³.

3. Определить воздухообмен в производственном помещении для уменьшения избыточного тепла.

$$L_T = \frac{Q_{\text{изб}}}{c_v(t_{\text{уд}} - t_{\text{пр}}) \cdot \rho}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $Q_{\text{изб}}$ – избыточное тепло, выделяемое в помещении, кДж/ч;

c_v – удельная теплоемкость воздуха, кДж/кг·°С (c_v принимается равным 1,005 кДж/кг·°С);

$t_{уд}$ – температура удаленного воздуха, °С;

$t_{пр}$ – температура приточного воздуха, °С;

ρ – плотность приточного воздуха, кг/м³.

При барометрическом давлении 760 мм рт. ст.

$$\rho = 1,293 \cdot (1 + 0,00367t_{пр}), \text{ кг/м}^3,$$

где $t_{пр}$ – температура приточного воздуха, °С.

$t_{уд}$ определить как температуру в рабочей зоне по ГОСТ 12.1.005-88 для работ категории Пб.

4. Определить кратность воздухообмена для уменьшения избыточного тепла

$$K = \frac{L_T}{V}, \text{ 1/ч.}$$

5. Для обеспечения безвредных условий труда в производственном помещении принять K по максимальному значению.

Задача 6

Определить эквивалентный уровень непостоянного (прерывистого) шума по следующим исходным данным.

Исходные данные	В а р и а н т ы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Уровень звука по ступеням $L_{А}$, дБА:										
I ступень	91	90	94	86	83	77	79	95	92	88
II ступень	87	86	85	82	78	83	84	89	74	82
III ступень	85	84	87	79	76	90	89	75	85	77

Исходные данные	В а р и а н т ы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Продолжительность действия шума на ступенях, мин:										
I ступень	30	45	15	120	60	210	230	40	60	90
II ступень	180	145	405	180	180	240	200	150	320	120
III ступень	270	290	60	180	240	30	50	290	100	270

Указания к решению задачи

1. Определить поправки ΔL_{Ai} к значениям уровней звука L_{Ai} в зависимости от продолжительности ступеней шума в соответствии с таблицей.

2. Вычислить разность $L_{Ai} - \Delta L_{Ai}$, т.е. уровень звука с учетом поправки для каждой ступени шума.

3. Полученные разности энергетически суммируют.

Для этого:

– вычисляют разность двух наиболее высоких складываемых уровней звука;

– определяют добавку к более высокому уровню в соответствии с табл. Пб;

– прибавляют добавку к более высокому уровню;

– затем аналогичные действия производят с полученной суммой и третьим уровнем, потом – с полученной суммой и четвертым уровнем и т.д.

4. После определения значения эквивалентного уровня звука непостоянного шума необходимо сравнить его с допустимым эквивалентным уровнем звука на постоянном рабочем месте, равным 80 дБА, и при превышении данной величины указать защитные средства по снижению воздействия шума на работающих.

З а д а ч а 7

Рассчитать скорректированный уровень общей вибрации.

Исходные данные для расчета скорректированного уровня вибрации

Частота в октавных полосах f , Гц	Значения уровней виброскорости L_{vi} , дБ									
	В а р и а н т ы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
2	118	110	115	86	95	102	82	101	99	90
4	118	112	110	89	98	97	84	99	100	89
8	116	114	107	98	102	91	87	106	105	85
16	111	108	102	105	111	90	100	112	108	83
31,5	104	99	96	106	116	89	96	108	101	79
63	96	91	89	107	114	85	89	100	93	84

Указания к решению задачи

1. В начале расчета необходимо принять во внимание значения весовых коэффициентов ΔL_{vi} для октавных полос частот по табл. П7 приложения, для чего их вычитают из значений уровней виброскорости L_{vi} .

2. Затем производится расчет скорректированного уровня по формуле либо методом попарного суммирования.

П р и м е р:

Частота f , Гц	Уровень виброскорости L_{vi} , дБ
2	118
4	118
8	116
16	111
31,5	104
63	96

Расчет по формуле

$$\begin{aligned} L_v &= 101g \sum_{l=1}^n 10^{0,1(L_{vi} + \Delta L_{vi})} = 101g [10^{0,1(118-16)} + 10^{0,1(118-7)} + \\ &+ 10^{0,1(116-1)} + 10^{0,1(111+0)} + 10^{0,1(104+0)} + 10^{0,1(96+0)}] = \\ &= 101g [1,58 \cdot 10^{10} + 12,59 \cdot 10^{10} + 31,62 \cdot 10^{10} + 12,59 \cdot 10^{10} + 2,51 \cdot 10^{10} + \\ &+ 0,4 \cdot 10^{10}] = 101g (61,29 \cdot 10^{10}) = 10 \cdot 11,787 = 117,87 \text{ дБ}; \\ L_v &= 118 \text{ дБ}, \end{aligned}$$

где L_v – скорректированный уровень параметра вибрации, дБ;
 L_{vi} – октавные (третьоктавные) уровни параметра вибрации, дБ;

ΔL_{vi} – октавные (третьоктавные) весовые поправки, дБ;

i – порядковый номер октавной (третьоктавной) полосы;

n – число октавных (третьоктавных) полос.

Расчет методом попарного суммирования

При этом методе по разности двух уровней L_1 и L_2 по табл. П8 приложения определяют добавку, которую прибавляют к большему уровню, в результате получают уровень $(L_1 + L_2)$.

Аналогично суммируются уровни L_3 и L_4 , L_5 и L_6 , а затем $L_1 + L_2$ и $L_3 + L_4$ и т.д. Результат вычислений округляют до целого числа децибел.

$$\begin{aligned} L_1 - L_2 &= 111 - 102 = 9; \text{ добавка } 0,5; \text{ сумма } 111 + 0,5 = 111,5 \text{ дБ}; \\ L_3 - L_4 &= 115 - 111 = 4; \text{ добавка } 1,5; \text{ сумма } 115 + 1,5 = 116,5 \text{ дБ}; \\ L_5 - L_6 &= 104 - 96 = 8; \text{ добавка } 0,6; \text{ сумма } 104 + 0,6 = 104,6 \text{ дБ}; \\ (L_1 - L_2) - (L_3 - L_4) &= 116,5 - 111,5 = 5; \text{ добавка } 1,2; \text{ сумма } \\ 116,5 + 1,2 &= 117,7 \text{ дБ}. \end{aligned}$$

$$117,7 - 104,6 = 13,1; \text{ добавка } 0,4; \text{ сумма } 117,7 + 0,4 = 118,1 \text{ дБ}.$$

$$L_v = 118 \text{ дБ}.$$

3. По окончании расчета необходимо сравнить полученные значения корректированного уровня общей вибрации с допустимым значением, которое равно 92 дБ.

Задача 8

Рассчитать интенсивность теплового потока.

Исходные данные для расчета теплового потока

Параметры источника тепловых излучений	В а р и а н т ы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Площадь источника F , м ² , или его размеры, м	1,12	0,8	0,25	0,8x1,0	0,4x0,6	1,1x2,0	1,6	2,4	0,7	0,5
Температура источника излучения T , °C	1500	1320	650	800	950	250	480	470	980	700
Расстояние от центра излучающей поверхности до облучаемого объекта, м	3,2	2,5	0,9	2,8	3,5	1,7	1,2	1,5	4,0	2,9

Указания к решению задачи

Рассчитать фактическую интенсивность теплового потока от источника тепловых излучений по одной из следующих формул:

$$q = 3,26F [(T/100)^4 - 110] / l^2, \text{ Вт/м}^2, \quad \text{при } l/F \geq 1;$$

$$q = 3,26 \sqrt{F} [(T/100)^4 - 110] / l, \text{ Вт/м}^2, \quad \text{при } l/F < 1,$$

где q – интенсивность теплового потока, Вт/м²;

F – площадь излучающей поверхности, м²;

T – температура излучающей поверхности, К;

l – расстояние от центра излучающей поверхности до облучаемого объекта, м.

Для выбора расчетной формулы предварительно необходимо определить отношение l/F .

Интенсивность теплового облучения от открытых источников (нагретый металл, стекло, «открытое» пламя и т.д.) не должна превышать 140 Вт/м² при условии облучения не более 25 % поверхности тела и обязательном использовании средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз.

Если по данным расчета наблюдается превышение допустимой величины интенсивности, необходимо по табл. П9 приложения подобрать защитное средство, учитывая при этом температуру источника излучения.

Задача 9

Рассчитать пружинные виброизоляторы по следующим исходным данным.

Исходные данные	В а р и а н т ы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Средне-квадратичная виброскорость основания виброизолируемого объекта, м/с	0,08	0,085	0,087	0,09	0,092	0,095	0,098	0,1	0,11	0,12
Масса виброизолируемого объекта, Н	1200	1100	1200	1300	1100	1400	1450	1500	1000	1500

Исходные данные	В а р и а н т ы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Число пружин для виброизоляции объекта, шт.	4	4	4	6	8	8	8	8	4	6
Число колебаний виброизолируемого объекта, Гц	35	40	40	45	45	50	50	45	50	50

Указания к решению задачи

1. Определить коэффициент передачи μ пружинных виброизоляторов:

$$\mu = V_0/V,$$

где V_0 – нормированное значение виброскорости, м/с;

V – среднеквадратичная виброскорость основания виброизолируемого объекта, м/с.

2. Определить частоту собственных колебаний f_0 :

$$f_0 = \frac{f}{\sqrt{\frac{1}{\mu} + 1}}, \text{ Гц,}$$

где f – частота колебаний виброизолируемого объекта.

3. Определить общую жесткость всех пружинных виброизоляторов C_z в вертикальном направлении:

$$C_z = P \cdot \frac{f_0^2}{25},$$

где P – масса виброизолируемого объекта, Н.

4. Определить статическую нагрузку $P_{ст}$ на одну пружину:

$$P_{ст} = P/n, \text{ Н,}$$

где n – число пружин.

5. Определить жесткость одной пружины:

$$C'_z = C_z/n.$$

6. Определить амплитуду A вертикальных колебаний вибрирующего объекта из формулы

$$V = 2\pi \cdot f \cdot A, \text{ м/с,}$$

7. Определить динамическую нагрузку $P_{дин}$ на одну пружину в рабочем режиме изолируемого объекта:

$$P_{дин} = A \cdot C'_z, \text{ Н.}$$

8. Определить расчетную нагрузку на одну пружину

$$P_{п} = P_{ст} + 1,5 P_{дин}, \text{ Н.}$$

9. Определить диаметр прутка пружины

$$d = 1,6 (K \cdot P_{п} \cdot C / [\tau])^{1/2}, \text{ мм,}$$

где K – коэффициент, учитывающий повышение напряжений;
принять $K = 1,2$;

$C = D/d$ – принять равным 7;

D – средний диаметр пружины, мм.

10. Определить средний диаметр пружины по формуле

$$D = C \cdot d, \text{ мм.}$$

11. Определить число рабочих витков:

$$i = Gd/8C^2 \cdot C'_z,$$

где G – модуль сдвига (табл. П12).

12. Определить полное число витков

$$i_n = i + i_z,$$

где i_z – число «мертвых витков», принимаемое равным 1,5, если $i < 7$, и равным 2,5, если $i > 7$.

13. Определить шаг пружины по формуле

$$h = D/4 \dots D/2, \text{ мм.}$$

14. Определить высоту пружины, сжатой до соприкосновения ее витков нагрузкой $P_{\text{пред}}$ (предельная нагрузка принимается равной $(1,1 \dots 1,25)P$):

$$H = (i_n - 0,5) d, \text{ мм.}$$

15. Определяем высоту ненагруженной пружины:

$$H_0 = H + i (h - d).$$

Задача 10

Рассчитать общее равномерное люминесцентное освещение цеха по следующим исходным данным: размеры помещения цеха, коэффициенты отражения потолка, стен и расчетной поверхности, характеристика зрительной работы, параметры светильников.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Размеры помещения, м:										
высота	6	8	6	8	6	8	10	8	10	8
длина	18	24	30	24	24	18	24	30	24	24
ширина	12	18	6	18	12	12	18	6	18	6
Высота рабочей поверхности, м	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Коэффициент отражения потолка	0,7	0,5	0,7	0,5	0,7	0,7	0,5	0,7	0,5	0,7
стен	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,5
расчетной поверхности	0,1	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Свес светильников, м	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5
Характеристика зрительной работы	II _в	III _в	II _г	III _б	III _в	III _б	IV _б	III _б	IV _б	III _б
Светильники	ЛСП13	ЛСП13	ЛСП13	ЛСП13	ЛСП13	ПВЛМ	ПВЛМ	ПВЛМ	ПВЛМ	ПВЛМ

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Характеристика ламп: мощность, Вт	65	80	40	80	65	65	80	40	80	40
Световой поток, лм	4650	5200	3000	5220	4650	4650	5220	3000	5220	3000
число ламп в светильнике	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Указания к решению задачи

Расчет производится методом коэффициента использования светового потока.

1. Определить расчетную высоту подвеса светильников:

$$h = H - h_p - h_c, \text{ м,}$$

где H – высота помещения, м;

h_p – высота рабочей поверхности, м;

h_c – свес светильников, м.

2. Определить индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A + B)},$$

где A – длина помещения, м;

B – ширина помещения, м.

3. Определить коэффициент использования светового потока η в зависимости от индекса помещения и коэффициентов отражения потолка ρ_n , стен ρ_c , расчетной поверхности ρ_p (табл. П11).

4. Определить необходимое число светильников по формуле

$$F = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta},$$

где F – световой поток, лм;

E – минимальная освещенность, лк;

k – коэффициент запаса,

S – площадь помещения, м²;

Z – коэффициент минимальной освещенности;

N – число светильников;

n – число ламп в светильнике;

η – коэффициент использования светового потока, определяется по табл. П11.

Коэффициент запаса при люминесцентном освещении механических цехов равен 1,5. Коэффициент минимальной освещенности равен 1,1. Минимальная освещенность выбирается в зависимости от характеристики зрительной работы и системы освещения по СНБ 2.04-05-98 (табл. П10).

Задача 11

Провести аттестацию рабочих мест с особыми условиями труда согласно данным, приведенным в таблице, заполнить «Карту условий труда на рабочем месте» (табл. П13) и определить размер доплат за работу в особых условиях.

Исходные данные для оценки условий труда

Вариант	Факторы условий труда	Нормативное значение (ПДК, ПДУ)	Фактическая величина фактора	Продолжительность воздействия за смену, ч
1	2	3	4	5
Рабочее место оператора ЭВМ (холодный период года)	Уровень шума, дБА:	60		
	фоновый шум		46	8,0
	принтер		63	1,5
	Электромагнитное поле, В/м	50	24	8,0
	Электростатическое поле, кВ/м	20	8	8,0
	Параметры микроклимата: температура воздуха, °С	21...25	22,4	8,0
	относительная влажность воздуха, %	не более 75	64	8,0
	скорость движения воздуха, м/с	не более 0,1	0,07	8,0
	Освещенность, лк	300	327	8,0
	Наблюдение за экраном видеотерминала			4,5
Рабочее место электросварщика ручной сварки (выполнение работ в холодный период года в помещении на сварочном посту с использованием щитка защитного лицевого)	Уровень шума, дБА: при сварке	80	82	4,2
	Вредные химические вещества, мг/м ³ :			
	углерода оксид	20,0	21,6	4,2
	азота оксиды	5,0	1,47	4,2
	марганец в сварочной аэрозоли	0,2	0,32	4,2
	Параметры микроклимата: температура воздуха, °С	15...21	16,6	8,0
	относительная влажность воздуха, %	не более 75	68	8,0
	скорость движения воздуха, м/с	не более 0,4	0,29	8,0
	интенсивность инфракрасного (теплого) излучения, Вт/м ²	140	234	4,2
	Освещенность, лк	150	164	8,0

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
Рабочее место маляра (выполнение работ в холодный период года в окрасочной камере с использованием краскораспылителя и респиатора)	Вредные химические вещества, мг/м ³ :			
	толуол	150,0	169,0	5,6
	ксилол	50,0	83,0	5,6
	этилцеллозольв	10,0	2,6	5,6
	пыль (аэрозоль краски)	10,0	8,4	5,6
	Уровень шума, дБА:	80		
	фонový шум		76	2,4
	при покраске		84	5,6
	Параметры микроклимата:			
	температура воздуха, °С	17-23	17,8	8,0
относительная влажность воздуха, %	не более 75	79	8,0	
скорость движения воздуха, м/с	не более 0,3	0,24	8,0	
Освещенность, лк	150	172	8,0	
Рабочее место водителя автобуса (перевозка пассажиров в холодный период года)	Уровень шума, дБА:	70		
	фонový шум (при подготовке автобуса – осмотр, заправка ГСМ)		62	2,5
	при движении по маршруту		76	5,5
	Уровень общей вибрации, дБ: при движении	101	103	5,5
	Параметры микроклимата:			
	температура воздуха, °С	17...23	18,6	5,5
	относительная влажность воздуха, %	не более 75	67	5,5
	скорость движения воздуха, м/с	не более 0,3	0,23	5,5
Работа на открытом воздухе: при осмотре, заправке			2,5	
Рабочее место слесаря механосборочных работ (работы выполняются совместно со сварщиком в помещении в холодный период года)	Вредные химические вещества (при сварке конструкций), мг/м ³ :			
	углерода оксид	20,0	14,2	3,0
	азота оксиды	5,0	0,84	3,0
	Пыль, мг/м ³ :			
	пыль электрокорунда (при зачистке сварных швов)	6,0	9,4	1,6
	Уровень шума, дБА: фонový шум на участке	80	76	2,4

1	2	3	4	5
	при сварке		81	3,0
	при зачистке сварных швов пневмошлифмашиной		89	1,6
	Уровень локальной вибрации, дБ:	112		
	при зачистке сварных швов пневмошлифмашиной		117	1,6
	Параметры микроклимата:			
	температура воздуха, °С	13-19	15,2	8,0
	относительная влажность воздуха, %	не более 75	70	8,0
	скорость движения воздуха, м/с	не более 0,5	0,38	8,0
	Освещенность, лк	200	170	8,0
Рабочее место мастера механосборочного участка (работа в кабинете и на участке в холодный период года)	Вредные химические вещества, мг/м ³ :			
	углерода оксид	20,0	15,6	4,0
	азота оксиды	5,0	3,8	4,0
	Уровень шума, дБА:			
	фоновый шум в кабинете	65	60	4,0
	фоновый шум на участке	80	82	4,0
	Параметры микроклимата (на участке):			
	температура воздуха, °С	20...24	15,2	4,0
	относительная влажность воздуха, %	не более 75	70	4,0
	скорость движения воздуха, м/с	не более 0,2	0,38	4,0
	Параметры микроклимата (в кабинете):			
температура воздуха, °С	20-24	21	4,0	
относительная влажность воздуха, %	не более 75	67	4,0	
скорость движения воздуха, м/с	не более 0,2	0,11	4,0	
Рабочее место токаря (работа выполняется в теплый период года)	Пыль электрокорунда, мг/м ³ (при заточке инструмента)	6,0	8,3	0,5
	Уровень локальной вибрации, дБ (при заточке инструмента)	112	116	0,5
	Уровень шума, дБА:	80		
	фоновый шум		77	1,0

1	2	3	4	5
	при заточке инструмента		88	0,5
	при обработке заготовок		85	6,5
	Параметры микроклимата: температура воздуха, °С	18...27	26,4	8,0
	относительная влажность воздуха, %	не более 65	58	8,0
	скорость движения воздуха, м/с	0,2 – 0,4	0,25	8,0
	Освещенность, лк	300	327	8,0
Рабочее место кузнеца ручной ковки (работа выполняется в теплый период года)	Вредные химические веществ- ва, мг/м ³ (при работе у горна):			
	углерода оксид	20,0	23,8	2,2
	азота оксиды	5,0	2,06	2,2
	Уровень общей вибрации, дБ: при работе на молоте	92	95	2,0
	Уровень локальной вибрации, дБ:			
	при работе на наковальне	112	114	2,5
	Уровень шума, дБА:	80		
	фоновый шум		76	3,5
	при работе на молоте		94	2,0
	при работе на наковальне		87	2,5
	Параметры микроклимата: температура воздуха, °С	15...26		
	при работе у горна		32,4	2,2
	по помещению		23,8	5,8
	относительная влажность воздуха, %	не более 75	57	8,0
скорость движения воздуха, м/с	0,2...0,6	0,48	8,0	
интенсивность инфракрасного (теплового) излучения, Вт/м ² : при работе у горна	140	1846	2,2	
Рабочее место бухгалтера (теплый период года)	Уровень шума, дБА: фоновый шум в кабинете принтер	60	48 62	6,5 1,5
	Параметры микроклимата: температура воздуха, °С	22 - 28	24,2	8,0

1	2	3	4	5
	относительная влажность воздуха, %	не более 75	63	8,0
	скорость движения воздуха, м/с	0,1...0,2	0,08	8,0
	Освещенность, лк	300	340	8,0
	Наблюдение за экраном видеотерминала			3,5
Электрогазосварщик (выполнение работ в холодный период года в помещении на сварочном посту с использованием щитка защитного лицевого)	Уровень шума, дБА:			
	при электросварке	80	79	2
	при газовой сварке	80	77	1,5
	при газовой резке	80	83	0,5
	Вредные химические вещества, мг/м ³ :			
	марганец	0,2	0,18	3,5
	углерода оксид	20,0	16,3	4
	азота оксиды	5,0	2,1	4
	Параметры микроклимата:			
	температура воздуха, °С	15...21	15,2	8,0
	относительная влажность воздуха, %	не более 75	62	8,0
	скорость движения воздуха, м/с	не более 0,4	0,29	8,0
	интенсивность инфракрасного (теплого) излучения, Вт/м ²		234	4,2
	при электросварке	140	205	2
	при газовой сварке	140	165	1,5
при газовой резке	140	240	0,5	
Освещенность, лк	150	155	8,0	

Указания к решению задачи

Оценка санитарно-гигиенических факторов условий труда проводится путем сопоставления фактических значений факторов, полученных посредством инструментальных замеров и лабораторных исследований, с нормативными. Определяются величины превышения параметров факторов относительно нор-

мативов. Пользуясь «Критериями для количественной оценки факторов условий труда» (табл. П14) определяется балльная оценка фактора в зависимости от величины превышения норматива (графа 5 части 1 карты, табл. П13).

Балл фактора с учетом продолжительности его действия (графа 7 части 1 карты) определяется путем умножения данных графы 5 части 1 карты на продолжительность воздействия фактора (графа 6 части 1 карты). Если балл фактора по графе 5 части 1 карты равен 2, а продолжительность его воздействия 82 %, балл с учетом продолжительности воздействия составит $1,64 (2 \cdot 0,82 = 1,64)$.

Рассмотрим примеры оценки некоторых факторов условий труда на рабочем месте.

1. Допустимый уровень шума на рабочем месте составляет 80 дБА, фактический уровень шума 89 дБА. Превышение составляет 9 дБА. В соответствии с п.4 табл. П14 такое воздействие шума на человека оценивается двумя баллами. Но по характеру выполняемой работы человек находится под действием такого шума не всю смену, а в течение 5 часов, т.е. 63 % (0,63) времени смены (вся смена 8 часов – 480 мин – 100 %). Балл по шуму с учетом продолжительности его действия составит $2 \cdot 0,63 = 1,26$.

2. В воздухе рабочей зоны присутствует вредное вещество – толуол в концентрации 170 мг/м^3 . Согласно ГОСТ 12.1.005-88 и СанПиН № 11-19-94 ПДК для толуола 150 мг/м^3 . Превышение составляет $170 : 150 = 1,13$ раза. В соответствии с п.1 табл. П14 такое превышение оценивается одним баллом. При времени воздействия фактора 3 часа (38 %; 0,38) балл составит $1 \cdot 0,38 = 0,38$.

При оценке условий труда по вредным веществам необходимо проверить, не входит ли оно в перечень химических веществ повышенной опасности (табл. П15), т.к. наличие таких веществ оценивается особо (см. примечание к п. 1 табл. П14).

Оценка психофизиологических факторов в баллах проводится путем сопоставления фактических условий с величинами, приведенными в табл. П14. При рассмотрении психофизиологических факторов условий труда необходимо учесть нижеперечисленные моменты.

В а р и а н т ы № 1 и 9. Оператор ЭВМ и бухгалтер по условиям задачи работают за компьютером, что приводит к напряженности их анализаторных функций и внимания.

В а р и а н т ы № 2 и 10. Рабочую позу человека при выполнении сварочных работ удобной назвать нельзя. Необходимо самостоятельно оценить этот фактор в баллах, приведя соответствующие аргументы, а также проверить, входят ли индивидуальные средства защиты сварщика в перечень средств, вызывающих физиологический дискомфорт при работе (использование щитка защитного лицевого).

В а р и а н т № 3. Необходимо оценить рабочую позу и использование индивидуальных средств защиты (респиратор).

В а р и а н т № 4. Следует учесть, что водитель автобуса несет ответственность за жизнь и безопасность пассажиров.

В а р и а н т ы № 5, 7, 8. Необходимо оценить рабочую позу слесаря, токаря и кузнеца при выполнении работ.

В а р и а н т № 6. Следует учесть, что мастер участка отвечает за безопасность работающих.

Сведения по результатам инструментальных замеров факторов производственной среды и оценке психофизиологических факторов заносятся в карту условий труда на рабочем месте, форма которой приведена в табл. П13.

Общая оценка условий труда в баллах рассчитывается путем суммирования оценок всех производственных факторов по графе 7 части 1 и графе 4 части 2 карты и заносится в раздел II карты.

По результатам аттестации, в зависимости от степени вредности и тяжести условий труда, устанавливаются доплаты к тарифным ставкам и должностным окладам согласно шкале.

Шкала доплат за работу в особых условиях труда

Количественная оценка условий труда, в баллах	Доплаты в процентах тарифной ставки 1-го разряда за каждый час работы во вредных и тяжелых условиях труда
до 2	0,10
от 2 до 4	0,14
от 4,1 до 6	0,20
от 6,1 до 8	0,25
свыше 8	0,31

ВОПРОСЫ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

1. Охрана труда, задачи, основные разделы охраны труда.
2. Характеристика и классификация опасных и вредных производственных факторов в машиностроении.
3. Система стандартов безопасности труда.
4. Административно-общественный трехступенчатый контроль за состоянием охраны труда.
5. Ответственность за нарушение законодательства об охране труда, виды и характер ответственности.
6. Виды и содержание инструктажа по охране труда.
7. Право работников на охрану труда (ст. 222 ТК Республики Беларусь).
8. Обязанности нанимателя по обеспечению охраны труда (ст. 226 ТК Республики Беларусь).
9. Службы охраны труда (ст. 227 ТК Республики Беларусь).
10. Обязанности работников по охране труда (ст. 232 ТК Республики Беларусь).
11. Органы контроля и надзора за соблюдением требований по охране труда и законодательства о труде.
12. Классификация несчастных случаев по правовым последствиям: происшедшие на производстве, вне производства, в быту.

13. Классификация несчастных случаев по тяжести последствий.
14. Расследование несчастных случаев на производстве.
15. Специальное расследование несчастных случаев.
16. Методы анализа производственного травматизма.
17. Классификация вредных веществ. Характеристика вредных веществ в машиностроении и нормирование их концентрации в воздухе рабочей зоны.
18. Параметры метеорологических условий в производственных помещениях, их характеристика и принципы нормирования.
19. Системы вентиляции в производственных помещениях, их характеристика и применение.
20. Устройства местной вентиляции, характеристика, схемы устройств.
21. Виды освещения. Качественные и количественные показатели освещения.
22. Нормирование естественного освещения, принципы определения требуемых значений коэффициента естественной освещенности.
23. Нормирование искусственного освещения, принципы определения требуемых значений освещенности.
24. Вибрация, ее источники и причины возникновения, воздействие вибрации на человека.
25. Классификация вибрации: общая и локальная, постоянная и непостоянная. Категории общей вибрации.
26. Вибрация, параметры вибрации, их нормирование.
27. Шум, его причины, воздействие шума на организм человека.
28. Абсолютные и относительные параметры шума, методы нормирования.
29. Постоянный шум, нормирование постоянного шума.
30. Непостоянный шум, нормирование непостоянного шума.
31. Действие электрического тока на организм человека.

32. Виды поражения электрическим током: местные электротравмы, электрический удар.
33. Местные электротравмы: ожог, метки тока, металлизация кожи, электроофтальмия.
34. Электрический удар, первая помощь при поражении электротоком.
35. Факторы, влияющие на тяжесть исхода поражения электротоком: сила тока, напряжение, сопротивление тела человека, время и путь протекания тока через организм человека.
36. Классификация помещений по опасности поражения током.
37. Причины поражения электрическим током и основные меры защиты от поражения током.
38. Защитное заземление, устройство, принцип действия и область применения. Схема заземления.
39. Зануление, назначение, принцип действия. Схема зануления.
40. Явления при стекании тока в землю. Напряжение прикосновения. Напряжение шага.
41. Понятие о процессе горения. Характеристика процессов горения.
42. Особенности горения жидкостей, газов и пылей. Параметры, характеризующие их горение.
43. Категорирование помещений по взрывопожарной и пожарной безопасности согласно НПБ 5-2005.
44. Огнестойкость зданий и сооружений. Предел огнестойкости. Степени огнестойкости. Способы повышения огнестойкости.
45. Огнетушащие вещества, характеристика и применение.
46. Огнетушители, виды, устройство и применение.
47. Применение углекислоты для тушения пожаров. Устройство углекислотного огнетушителя. Схема огнетушителя.
48. Применение химической пены для тушения пожаров. Устройство химического пенного огнетушителя. Схема огнетушителя.

49. Применение воздушно-механической пены для тушения пожаров. Устройство пеногенератора. Схема пеногенератора.

50. Применение порошковых составов для тушения пожаров. Устройство порошкового огнетушителя. Схема огнетушителя.

Л и т е р а т у р а

Основная

1. Охрана труда в машиностроении / Е.Я.Юдин [и др.]; под ред. Е.Я. Юдина, С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 1983. – 432 с.

2. Безопасность производственных процессов: справочник / С.В. Белов [и др.]; под ред. С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.

Дополнительная

3. Справочная книга по охране труда в машиностроении / Г.В. Бектобеков [и др.]; под ред. О.Н. Русака. – Л.: Машиностроение, 1989. – 541 с.

4. Салов, А.И. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 1985. – 351 с.

5. Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование: справочник / С.В. Белов [и др.]; под ред. С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 1989. – 368 с.

6. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Г.М. Кнорринг, Ю.Б. Оболенцев, Р.Н. Берим, В.М. Крючков. – Л.: Энергия, 1976. – 383 с.

7. Борьба с шумом на производстве: справочник / Е.Я. Юдин [и др.]; под ред. Е.Я. Юдина. – М.: Машиностроение, 1985. – 400 с.

8. Охрана труда в электроустановках / Под ред. Б.А. Князевского. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.

9. Трудовой кодекс Республики Беларусь. – Минск: Национальный центр правовой информации Республики Беларусь, 1999. – 192 с.

10. Голян, С.Н., Бурыкин, Д.В. Методика проведения аттестации рабочих мест по условиям труда//Бюллетень Министерства труда Республики Беларусь. – 2000. – № 7. – 72 с.

11. Лазаренков, А.М. Охрана труда: учебник. – Минск: БНТУ, 2004. – 497 с.

Нормативно-технические документы

12. ГОСТ 12.0.003-74*. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

13. ГОСТ 12.0.004-90. ССБТ. Организация обучения работающих безопасности труда. Общие положения.

14. Правила расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Утверждены постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 30 от 15.01.2004 г.

15. СанПиН № 11-19-94. Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ. – Минск, 1994.

16. ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

17. СНБ 2.04.05-98. Естественное и искусственное освещение. – Минск: Министерство строительства и архитектуры Республики Беларусь, 1998. – 58 с.

18. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

19. СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-33-2002. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – Минск: Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2003.

20. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

21. СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – Минск: Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2003.

22. НРБ-2000. Нормы радиационной безопасности. ГН 2.6.1.8-127-2000 от 1 мая 2000 г.

23. Правила устройства электроустановок. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 648 с

24. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.

25. СНБ 2.02.01-98. Пожарно-техническая классификация зданий, строительных конструкций и материалов.

26. НПБ 5-2005. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

27. ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

28. ГОСТ 12.3.002-75*. ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

29. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – М., 1992. – 59 с.

30. ГОСТ 12.1.001-89. Ультразвук. Общие требования безопасности.

31. СанПиН 2.2.4/2.1.8.9-36-2002. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ).

32. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

33. ГОСТ 12.3.004-75. ССБТ. Термическая обработка металлов. Общие требования безопасности.

34. ГОСТ 12.3.025-80. ССБТ. Обработка металлов резанием. Требования безопасности.

35. ГОСТ 12.3.028-82. ССБТ. Процессы обработки абразивным и эльборовым инструментом. Требования безопасности.

36. ГОСТ 12.2.009-99. ССБТ. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности.

Таблица П1

Характеристика проводов

Сечение жилы, мм ²	Допустимый длительный ток для проводов проложенных в стальной трубе, А				Сопротивление проводов, мОм/м		
	медные		алюминиевые		активное		индуктивное
	три одножильные	один трехжильный	три одножильные	один трехжильный	медные	алюминиевые	
1,5	17	15	-	-	12,8	-	0,126
2,5	25	21	19	16	7,7	12,9	0,116
4,0	35	27	28	21	4,8	8,1	0,107
6,0	42	34	32	26	3,2	5,4	0,100
8,0	51	43	40	32	2,6	4,4	0,099
10,0	60	50	47	38	1,9	3,2	0,098
16,0	80	70	60	55	1,2	2,0	0,094
25,0	100	85	80	65	0,8	1,3	0,091

Таблица П2

Коэффициенты использования вертикальных электродов группового заземлителя без учета влияния горизонтального заземлителя

Число заземлителей	Отношение расстояний между электродами к их длине при размещении электродов по контуру		
	1	2	3
4	0,69	0,78	0,87
6	0,61	0,73	0,80
10	0,56	0,68	0,76
20	0,47	0,63	0,71
40	0,41	0,58	0,66
60	0,39	0,55	0,64
100	0,36	0,52	0,62

Коэффициенты использования горизонтального полосового заземлителя, соединяющего вертикальные заземлители

Отношение расстояния между заземлителями к их длине	Число вертикальных заземлителей при их размещении по контуру										
	4	6	8	10	20	30	40	50	60	70	100
1	0,45	0,40	0,36	0,34	0,27	0,24	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19
2	0,55	0,48	0,43	0,40	0,32	0,3	0,29	0,28	0,27	0,26	0,23
3	0,70	0,64	0,6	0,56	0,45	0,41	0,39	0,37	0,36	0,35	0,33

Таблица П4

Концентрация пыли и вредных веществ в приточном воздухе

Наименование вещества	Концентрация, мг/м ³
Сталь легированная	0,8
Чугун	0,5
Оксид железа	0,7
Сульфат аммония	0,3
Сажа	0,15
Оксид углерода	0,7
Сероуглерод	0,15
Кислота соляная	0,3
Кислота серная	0,2
Аммиак	0,13
Масла минеральные	0,3
Углероды алифатические	100

Поправки к уровням звука в зависимости от времени
действия шума

Продолжительность ступени прерывистого шума, мин	480	420	360	300	240	180	120	60	30	15	6
Поправка $\Delta L_{A\dot{b}}$, дБА	0	0,6	1,2	2,0	3,0	4,2	6,0	9,0	12,0	15,1	19,0

Таблица П6

Добавки для энергетического суммирования
уровней шума

Разность двух складываемых уровней, дБА	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Добавка к более высокому уровню, дБА	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

Таблица П7

Значение весовых коэффициентов

Среднегеометрические частоты, Гц	Общая вибрация
	весовой коэффициент ΔL_{V_i} , дБ
2	-16
4	-7
8	-1
16	0
31,5	0
63	0

Значения добавок в зависимости от разности
слагаемых уровней

Разность слагаемых уровней L_1-L_2 , дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Добавка к уровню L_i , дБ	3	2,5	2,2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,5	0,4

Таблица П9

Характеристика защитных средств

Средства, их назначения	Вид	Конструктивные особенности	Кэф-фициент пропус-кания излу-чений	Условия применения	
				облучен-ность, кВт/м ²	темпера-тура исто-чника, °С
1	2	3	4	5	6
Экраны для локализации излучений непрозрачные	теплоотводящие	заслонка, сварная футерованная огнеупором, с водяным охлаждением	0,12	14	1800...2000
		металлический лист, омываемый водой	0,12	0,7...3,5	300
	теплопогло-тительные	заслонка литая, футерованная кирпичом или теплоизолирующим материалом	0,70	3,5...7	800...900
		щит металлический, облицованный асбестом	0,45	0,35...3,5	300
		завесы из стеклоткани	0,5	0,7...3,5	400
теплоотра-жательные	экран из алюминиевых листов одинарные	0,15	0,7...3,5	800	
Экраны для локализации излучений полупрозрачные	теплопогло-тительные	цепная завеса	0,65	0,35...1,05	300

1	2	3	4	5	6
Экраны для локализации излучений прозрачные	теплоотражательные	стекло с пленочным покрытием из окислов металлов оловянно-сурьмяное «Затос»	0,12	0,7...11,9	1300

Таблица П10

Нормированная минимальная освещенность

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
						Освещенность, лк		
						при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения
						всего	в том числе от общего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	а	Малый	Темный	4000	400	-
						3500	400	-
			б	Малый Средний	Средний Темный	3000	300	750
						2500	300	600
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2000	200	500
						1500	200	400
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	1000	200	300
						750	200	200
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	а	Малый	Темный	2000	200	500
						1500	200	400
			б	Малый Средний	Средний Темный	1000	200	300
						750	200	200
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	750	200	300
						600	200	200
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	400	200	200

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Средней точности	Свыше 0,5 до 1,0	IV	а	Малый	Темный	750	200	300
			б	Малый Средний	Средний Темный	500	200	200
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	400	200	200
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	-	-	200
Малой точности	Свыше 1 до 5	V	а	Малый	Темный	400	200	300
			б	Малый Средний	Средний Темный	-	-	200
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	-	-	200
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	-	-	200

Таблица П11

Коэффициенты использования светового потока
светильников с люминесцентными лампами

Тип светильника	ПВЛМ		ЛСП 13			Индекс помещения i
	Коэффициент отражения					
1	2	3	4	5	6	7
$\rho_{\text{п}}$	0,7	0,5	0,7	0,7	0,5	
$\rho_{\text{г}}$	0,5	0,3	0,5	0,5	0,3	
$\rho_{\text{в}}$	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	
Коэффициент использования						
0,6	0,34	0,29	0,58	0,55	0,48	0,6
0,7	0,38	0,33	0,63	0,59	0,53	0,7
0,8	0,42	0,36	0,68	0,64	0,58	0,8
1,0	0,47	0,42	0,75	0,71	0,65	1,0

1	2	3	4	5	6	7
1,25	0,53	0,48	0,82	0,78	0,72	1,25
1,5	0,57	0,52	0,86	0,81	0,76	1,5
1,75	0,60	0,54	0,91	0,84	0,80	1,75
2,0	0,62	0,57	0,96	0,86	0,83	2,0

Таблица П12

Допустимые напряжения пружинных сталей

Сталь		Модуль сдвига C_{τ} , $\text{Па} \cdot 10^{10}$	Допустимое напряжение		Назначение
группа	марка		режим работы	τ , $\text{Па} \cdot 10^8$	
Углеродистая	65	8	легкий	4,2	Для пружин с относительно низкими напряжениями при d проволоки менее 8 мм
	70		средний	3,5	
			тяжелый	2,8	
Хромованадиевая закаленная в масле	50X ФА	7,85	легкий	5,6	Для пружин, воспринимающих нагрузку, при d прутка менее 12,5 мм
			средний	5,0	
			тяжелый	4,0	
Кремнистая	55C2, 60C2	7,6	легкий	5,6	То же, при d прутка более 10 мм, а также для рессор
			средний	4,5	
			тяжелый	3,5	

КАРТА УСЛОВИЙ ТРУДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

Предприятие _____ Профессия _____
 Производство _____ (код и полное наименование)
 Цех, участок _____
 Количество аналогичных рабочих мест _____

I. Результаты оценки условий труда:

Часть 1 Санитарно-гигиенические факторы условий труда	Дата исследования	Нормативное значение (ПДК, ПДУ)	Фактическая величина фактора	Балл фактора	Продолжительность действия фактора, % за смену	Балл с учетом продолжительности действия
1	2	3	4	5	6	7
1. Вредные вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м ³						
а) пары и газы						
1-й класс опасности						
2-й класс опасности						
3-й класс опасности						
4-й класс опасности						
б) уровень загрязнения кожных покровов, мг/см ²						
в) пыль и аэрозоль, мг/м ³						
2. Вибрация, дБ						
общая						
локальная						
3. Шум, дБА, дБ						
4. Инфразвук, дБ						
5. Ультразвук, дБ						
6. Электромагнитные поля радиочастотного диапазона, А/м, В/м, Вт/м						
7. Электрические поля промышленной частоты, кВ/м						
8. Электростатические поля, кВ/м						
9. Лазерное излучение, Дж/см ²						

1	2	3	4	5	6	7
10. Ионизирующее излучение:						
11. Ультрафиолетовое излучение, Вт/м ²						
12. Микроклимат в производственном помещении:						
12.1) температура воздуха, °С						
12.2) скорость движения воздуха, м/с						
12.3) относительная влажность воздуха, %						
12.4) интенсивность инфракрасного (теплого) излучения, Вт/м ²						
12.5) Постоянная работа на:						
открытом воздухе						
в холодильных камерах						
в неотапливаемых помещениях						
13. Аэроионизация воздуха, ионов/см ²						
14. Освещенность, лк						
15. Атмосферное давление:						
15.1) повышенное, атмосфер						
15.2) пониженное, метров над уровнем моря						
16. Биологические факторы						

Часть 2		Величина, допустимая по критериям	Фактическая величина	Балл фактора
Психофизиологические факторы условий труда				
1		2	3	4
17. Величина физической динамической нагрузки, кг·м:				
общая				
региональная				
18. Разовая величина груза, поднимаемого вручную, кг:				
с рабочей поверхности 200 и более раз за смену				
с пола 100 и более раз за смену				

1	2	3	4
19. Статическая нагрузка за смену, кг·с:			
на одну руку			
на обе руки			
на все тело			
20. Рабочая поза и перемещение в пространстве			
21. Темп работы, число движений в час:			
мелких			
крупных			
22. Напряженность внимания:			
длительность сосредоточенного наблюдения, % времени смены			
число объектов одновременного наблюдения			
плотность сигналов в час			
23. Напряженность анализаторных функций:			
зрительный анализатор			
слуховой анализатор			
24. Монотонность:			
число приемов в многократно повторяющейся операции			
продолжительность выполнения повторяющихся операций, с			
25. Эмоциональное напряжение			
26. Эстетический дискомфорт			
27. Физиологический дискомфорт			
28. Сменность			

II. Общая оценка условий труда в баллах _____

III. Компенсации за работу с особыми условиями труда:

досрочные пенсии по спискам № 1 и № 2

размер доплат _____

С результатами аттестации ознакомлены:

Дата оформления карты _____

Председатель аттестационной комиссии _____

Члены аттестационной комиссии _____

Критерии для оценки условий труда

№ п/п	Факторы	Условия труда			
		Допустимые условия труда	Вредные и опасные условия и характер труда		
			1-я степень – 1 балл	2-я степень – 2 балла	3-я степень – 3 балла
1	2	3	4	5	6

I. Санитарно-гигиенические факторы

1	Вредные вещества в воздухе рабочей зоны, (мг/м ³)			Превышение ПДК	
	а) пары и газы:				
	1-й класс опасности	≤ ПДК	до 1,5 раз	1,51–2 раза	> 2 раз
	2-й класс опасности	≤ ПДК	до 1,5 раз	1,51–2 раза	> 2 раз
	3-й класс опасности	≤ ПДК	до 1,5 раз	1,51–2 раза	> 2 раз
	4-й класс опасности	≤ ПДК	до 1,5 раз	1,51–2 раза	> 2 раз
	б) пыль и аэрозоль	≤ ПДК	до 1,5 раз	1,51–2 раза	> 2 раз
2	Вибрация (общая и локальная), дБ	≤ ПДУ	до 3 дБ	3,1...6 дБ	> 6 дБ
3	Шум, дБА, дБ	≤ ПДУ	до 6 дБА	6,1...12 дБА	> 12 дБА
4	Инфразвук, дБ	≤ ПДУ	> ПДУ	–	–

Примечание к пункту 1.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ одностороннего действия (приложение 4) в концентрациях, не превышающих ПДК, они оцениваются в зависимости от величины суммы соотношений фактических уровней ($C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$) этих веществ к их ПДК ($C_1/ПДК_1 + C_2/ПДК_2 + C_3/ПДК_3 + \dots + C_n/ПДК_n$) согласно пункту 1 «Критериев» при условии, что сумма этих соотношений выше 1. Балл выставляется в соответствии с графами 4, 5, 6 в зависимости от фактической величины полученной суммы соотношений.

1	2	3	4	5	6
5	Ультразвук, дБ	≤ ПДУ	> ПДУ	-	-
	- передающийся воздушным путем	≤ ПДУ	> ПДУ		
	- передающийся контактным путем	≤ ПДУ	> ПДУ		
6	Электромагнитные поля радиочастотного диапазона, А/м, В/м, Вт/м	≤ ПДУ	> ПДУ	-	-
7	Электромагнитные поля промышленной частоты, кВ/м	≤ ПДУ	> ПДУ	-	-
8	Электростатические поля, кВ/м	≤ ПДУ	> ПДУ	-	-
9	Лазерное излучение, Дж/см ²	≤ ПДУ	> ПДУ	-	-
10	Ионизирующее излучение				
10.1	Мощность дозы внешнего гамма- и рентгеновского излучения			Персонал, находящийся в зоне воздействия ионизирующего излучения, ДМД _{перс}	Персонал, работающих с источниками ионизирующего излучения, включая радиационный контроль, менее ДМД _{перс}
11	Ультрафиолетовое излучение, Вт/м ²	≤ ПДУ	> ПДУ		

1	2	3	4	5	6
12	Микроклимат в производственном помещении:				
12.1	температура воздуха, °С	Допуст.	Отклонение от допустимых величин в теплый и холодный период года:		
			до 4 °С	4,1...8 °С	> 8 °С
12.2	скорость движения воздуха, м/с	Допуст.	Отклонение от допустимых величин в теплый и холодный период года:		
			до 3 раз	>3 раз	
12.3	относительная влажность воздуха, %	Допуст.	Отклонение от допустимых величин в теплый и холодный период года:		
			до 25 %	> 25 %	
12.4	интенсивность инфракрасного (теплого) излучения, Вт/м ²	Допуст.	141...350	351...2800	свыше 2800
12.5	постоянная работа на: - открытом воздухе* - в холодильных камерах - неотапливаемых помещениях*				
13	Аэронизация воздуха, ионов/см ³	Допуст.	Выше или ниже ПДУ		
14	Освещенность, лк	Допуст.	Ниже ПДУ		

1	2	3	4	5	6
15	Атмосферное давление:				
15.1	повышенное, атмосфер	до 1,2 атм.	1,3...1,8 атм.	1,9...3,0 атм.	свыше 3 атм.
15.2	пониженное, метров над уровнем моря	600...1000 м	1100...2000 м	2100...4000 м	свыше 4000 м
16	Биологические факторы				

Примечание:

1. Работа в холодильных камерах оценивается двумя баллами с учетом времени нахождения в холодильной камере.

2. Постоянная работа на открытом воздухе оценивается двумя баллами независимо от периода года и температуры наружного воздуха без учета временного фактора. Постоянная работа в неотапливаемом помещении независимо от периода года и температуры наружного воздуха оценивается одним баллом без учета временного фактора.

3. При оценке микроклимата в производственном помещении, с целью определения права на льготную пенсию, учитываются параметры микроклимата, зависящие только от технологического процесса.

4. Параметры микроклимата, не зависящие от технологического процесса, учитываются только для установления доплат за работу во вредных и тяжелых условиях труда.

1	2	3	4	5	6
II. Психофизиологические факторы ТЯЖЕСТЬ ТРУДА					
17	Величина физической динамической нагрузки, выраженная в единицах внешней механической работы за смену, кг·м				
17.1	Общая нагрузка (с участием мышц рук, корпуса, ног) мужчины женщины	до 83000 до 58100	83001...125000 58101...87500	125001...170000 87501...119000	более 170000 более 119000
17.2	Региональная нагрузка (с участием группы мышц плечевого пояса) мужчины женщины	до 42000 до 29400	42001...62000 29401...43400	62001...83000 43401...58100	более 83000 более 58100
18	Разовая величина груза, поднимаемого вручную, кг				
	- с рабочей поверхности 200 и более раз за смену мужчины женщины	до 30 до 7	30,1...35 7,1...12	более 35 более 12	

1	2	3	4	5	6
	- с пола 100 и более раз за смену мужчины женщины	до 30 до 7	30,1...35 7,1...12	более 35 более 12	
19	Статическая нагрузка за смену (кгс) при удержании груза				
	одной рукой: мужчины женщины	до 43000 до 30100	43001...97000 30100...67900	более 97000 более 67900	
	с участием мышц корпуса и ног: мужчины женщины	до 130000 до 91000	130001...260000 91001...182000	более 260000 более 182000	
20	Рабочая поза и перемещение в пространстве	а) нахождение в наклонном положении свыше 30° до 25 % времени смены	а) нахождение в наклонном положении свыше 30° 26-50 % времени смены, пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т.п.) до 25 % времени смены; работа стоя на конвейере с высотой 1,5 м	а) нахождение в наклонном положении свыше 30° более 50 % времени смены, пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т.п.) более 25 % времени смены	пребывание в тесном ограниченном пространстве (например в очистном забое) более 50 % смены

1	2	3	4	5	6
		б) вынужденные наклоны более 30° 50...100 раз за смену	б) вынужденные наклоны более 30° 101...300 раз за смену	б) вынужденные наклоны более 30° свыше 300 раз за смену	
		в) переходы, обусловленные технологическим процессом, от 4,1 до 10 км за смену	в) переходы, обусловленные технологическим процессом, от 10,1 до 17 км за смену	в) переходы, обусловленные технологическим процессом, свыше 17 км за смену	
21	Темп работы, число движений в час: мелких (кистей, пальцев) крупных (рук, плечевого пояса)	до 1080 до 750	1081...3000 751...1600	свыше 3000 1601...2000	более 2000
НАПРЯЖЕННОСТЬ ТРУДА					
22	Напряженность внимания: длительность сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	до 75	свыше 75		
	число производственных объектов одновременного наблюдения	до 10	10...25	свыше 25	
	плотность сигналов, в среднем за час	176...300	свыше 300		

1	2	3	4	5	6
23	Напряженность анализаторных функций:				
23.1	зрительный анализатор – размер объекта различения, мм (при расстоянии от глаз работающего до объекта различения не более 0,5 м) при длительности сосредоточенного наблюдения, % времени смены	до 0,5	от 0,5 до 0,3 50 % и более	от 0,3 до 0,15 50 % и более, менее 0,15 от 25 % и более	
	– работа с оптическими приборами (микроскопы, лупы и т.п.) при длительности сосредоточенного наблюдения, % времени смены	до 30	31-60	более 60	
	– наблюдение за экранами видеотерминалов, часов в смену	до 3	3-4	более 4	
	– работа, связанная с иммерсионной микроскопией, при длительности сосредоточенного наблюдения, % времени смены	до 25	26-50	свыше 50	

1	2	3	4	5	6
	– светотеневая переадаптация (резко меняющийся уровень искусственного освещения), % времени смены	-	до 50	более 50	
23.2	слуховой анализатор (при производственной необходимости восприятия речи или дифференцированных сигналов), % времени смены	Разборчивость слов и сигналов от 80 до 60 %	Разборчивость слов и сигналов от 60 до 30 %	Разборчивость слов и сигналов мене 30 %	
24	Монотонность:				
	– число приемов в многократно повторяющейся операции	4	3...2	1	
	– продолжительность выполнения повторяющихся операций, с	20	19...2	2	

1	2	3	4	5	6
25	Эмоциональное напряжение		а) работа по напряженному графику на поточной линии или конвейере	а) работа в потенциально жизне- и травмоопасных условиях с возможностью аварийных ситуаций и риском для собственного здоровья (верхолазные работы, работы в действующих электроустановках, под землей, с сосудами под давлением, с источниками ионизирующих излучений, с применением взрывчатых материалов, на взрывопожароопасных объектах)	а) работа в экстремальных ситуациях при дефиците времени с риском для собственной жизни (газоспасательная служба, военизированные отряды по предупреждению возникновения и ликвидации открытых газовых и нефтяных фонтанов, военизированные горные и горноспасательные команды, пожарная охрана, служба спасения и водолазы)

1	2	3	4	5	6
			б) работа с материалами, сырьем, продуктами питания, оборудованием, загрязненными радионуклидами, с химическими веществами, приведенными в приложении	б) работа, связанная с забоем, умерщвлением животных	б) работа в потенциально опасных условиях (подпункт а, пункта 25, графа 5) при одновременном наличии веществ, приведенных в приложении
			в) ответственность за безопасность других лиц	в) работа по непосредственному обслуживанию больных или инвалидов с нарушением опорно-двигательного аппарата, больных туберкулезом, лепрой, инфекционных и психически больных, гематологических, онкологических и больных гнойных и ожоговых отделений	

1	2	3	4	5	6
27	Физиологический дискомфорт		Работа в респираторах, пневмомасках, щитках защитных лицевых, резиновых сапогах, фартуках и перчатках из пропитанной резины	Работа в изолирующих костюмах, противогазах, пневмошлемах, в стерильных боксах	
28	Сменность		Регулярно чередующаяся работа с ночной сменой, суточные дежурства	Работа только в ночную смену	

ПЕРЕЧЕНЬ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ И ТОКСИЧНОСТИ

1. Азота диоксид.
2. Азота оксид (в пересчете на NO_2).
3. Азотная кислота.
4. Акриловая кислота и ее производные 1-го и 2-го классов опасности.
5. Акролеин.
6. Аммиак.
7. Асбестовая пыль.
8. Ацетальдегид.
9. Бенз(а)-пирен.
10. Бензол и его производные 1-го и 2-го классов опасности.
11. Бора фторид.
12. Бром.
13. Бутанол.
14. Ванадий и его соединения 1-го и 2-го классов опасности.
15. Водород мышьяковистый (орсин).
16. Водород фосфористый (фосфин).
17. Водород фтористый.
18. Водорода бромид.
19. Водорода хлорид.
20. Водорода цианид (синильная кислота).
21. Кадмий и его соединения 1-го и 2-го классов опасности.
22. Карбонат бария.
23. Кобальт и оксиды кобальта.
24. Медь и ее соли.
25. Метанол.
26. Мышьяк и его неорганические соединения (триоксид, арсенат кальция, арсинат натрия, пентоксид, сульфид).
27. Никель и его соединения (гидроксид, карбонил, хлорид, субсульфит, карбонат, никелоцен, сульфид, никеля оксид, хром-фосфат).

28. Озон.
29. Оксиды марганца.
30. Ртуть и ее соединения.
31. Свинец и его соединения 1-го и 2-го классов опасности.
32. Серная кислота.
33. Сероводород.
34. Сероуглерод.
35. Серы диоксид.
36. Соединения титана 1-го и 2-го классов опасности.
37. Соли тяжелых металлов.
38. Соляная кислота.
39. Сурьма и ее соединения 1-го и 2-го классов опасности.
40. Тетрахлорэтилен.
41. Тетраэтилсвинец.
42. Углерод четыреххлористый, оксид углерода.
43. Фенол, фенолформальдегидные смолы.
44. Формальдегид.
45. Фосген.
46. Фосфор и его соединения 1-го и 2-го классов опасности.
47. Фтор и его соединения 1-го и 2-го классов опасности.
48. Хлор.
49. Хром и его соединения 1-го и 2-го классов опасности.
50. Щелочи едкие (растворы в пересчете на NaOH).
51. Этиленгликоль.
52. Этилцеллозольв.

Примечание. В случае превышения предельно допустимых концентраций перечисленных веществ в воздухе рабочей зоны более чем в 2 раза работникам, занятым на этих рабочих местах, минимальный гарантированный уровень доплат, установленный по результатам аттестации, увеличивается в 2 раза.

Учебное издание

О Х Р А Н А Т Р У Д А

Методические указания и контрольные задания
для студентов заочной формы обучения
экономических специальностей
машиностроительного профиля

Составители:

ДАНИЛКО Богдан Михайлович
КИСЕЛЕВА Татьяна Николаевна
ЛАЗАРЕНКОВ Александр Михайлович
МОРДИК Елена Владимировна

Редактор Т.Н. Микулик
Компьютерная верстка Н.А. Школьниковой

Подписано в печать 14.06.2007.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 4,53. Уч.-изд. л. 3,54. Тираж 100. Заказ 241.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский национальный технический университет.
ЛИ № 02330/0131627 от 01.04.2004.
220013, Минск, проспект Независимости, 65.