

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**С.С. Тимофеева
В.В. Гармышев
М.С. Тепина
М.А. Мурзин**

**БЕЗОПАСНОСТЬ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Лабораторный практикум

Иркутск. 2022

УДК 331.45
ББК 65.246
Т 41

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом ИРНИТУ

Рецензенты:

д-р хим. наук, профессор кафедры информационно-правовых дисциплин ФГКОУ ВО «Восточно-Сибирский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации» **Е.Ю. Ларионова;**

канд. техн. наук, доцент АНО «Научно-исследовательский институт Всероссийского добровольного пожарного общества Сибири и Дальнего востока» **А.В. Корнилов**

Авторы:

д-р техн. наук, заведующий кафедрой промэкологии и БЖД Института недропользования ФГБОУ ВО ИРНИТУ **С.С. Тимофеева;**

канд. техн. наук, доцент кафедры промэкологии и БЖД Института недропользования ФГБОУ ВО ИРНИТУ **В.В. Гармышев;**

канд. техн. наук, доцент кафедры промэкологии и БЖД Института недропользования ФГБОУ ВО ИРНИТУ **М.С. Тепина;**

старший преподаватель кафедры промэкологии и БЖД Института недропользования ФГБОУ ВО ИРНИТУ **М.А. Мурзин**

Т 41 Тимофеева С.С., Гармышев В.В., Тепина М.С., Мурзин М.А. Безопасность жизнедеятельности: лабораторный практикум. – Иркутск: Аспринт, 2022. – 160 с. ISBN 978-5-6047875-6-4

Соответствует требованиям ФГОС ВО и предназначено для студентов бакалавриата и специалитета технических вузов, изучающих дисциплину «Безопасность жизнедеятельности», а также для бакалавров направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность».

Рассмотрены основные вопросы организации и проведения лабораторных работ по дисциплине «Безопасности жизнедеятельности». Приведены основные характеристики, принципы нормирования и контроля вредных и опасных производственных факторов производственной среды.

Может быть полезно работникам служб охраны труда, промышленной безопасности и отделов ГО ЧС промышленных предприятий.

ISBN 978-5-6047875-6-4

УДК 331.45
ББК 65.246

© Тимофеева С.С., Гармышев В.В.,
Тепина М.С., Мурзин М.А., 2022
© Типография «Аспринт», 2022

Содержание

Введение.....	4
Правила охраны труда при выполнении лабораторных работ и методические указания по их выполнению.....	5
Лабораторная работа 1. Опасные и вредные производственные факторы.....	8
Лабораторная работа 2. Оценка условий труда по параметрам микроклимата. .	16
Лабораторная работа 3. Исследование воздуха рабочей зоны на содержание газов и паров.....	36
Лабораторная работа 4. Исследование запыленности воздуха производственных помещений.....	52
Лабораторная работа 5. Исследование естественного и искусственного освещения рабочих мест.....	65
Лабораторная работа 6. Исследование шума на рабочем месте.....	85
Лабораторная работа 7. Оценка тяжести трудового процесса.....	94
Лабораторная работа 8. Оценка напряженности трудового процесса.....	99
Лабораторная работа 9. Специальная оценка условий труда.....	102
Лабораторная работа 10. Оценка неблагоприятных условий жизнедеятельности по сокращению продолжительности жизни.....	124
Лабораторная работа 11. Определение размера страховых выплат пострадавшему при возникновении несчастного случая на производстве.....	130
Лабораторная работа 12. Оказание первой помощи пострадавшим на производстве.....	137
Библиографический список.....	148
Приложения.....	149

Введение

Безопасность жизнедеятельности – основной критерий оценки качества жизни современного общества. Обеспечение его высокого уровня связано с решением сложных проблем взаимоотношений в системе «человек – среда обитания», сопряжено со значительными преобразованиями в сфере производства и потребления и включают огромный пласт индивидуальной, общечеловеческой и государственной деятельности людей. Процесс обучения в этой области призван формировать в человеке понимание главного принципа приоритета безопасности при решении любых задач трансформации техносферы. Высокий профессионализм в этой области предусматривает глубокое освоение методов и средств анализа, проектирования, развития и управления эрготехническими системами как частными явлениями общей системы «человек – среда обитания».

Разнообразие, сложность, высокая энерговооруженность современных технологий определяют многофакторность проблем безопасности и значительную методологическую сложность их изучения. Однако, очевидно, что научно и методически обоснованные решения должны опираться на ряд принципиальных положений, одинаково важных для всего многообразия промышленно-технической деятельности людей:

- системный подход, предполагающий исследование всех звеньев системы, учитывая, что каждое из них может оказаться источником опасности;
- последовательность решения проблем безопасности, включающих идентификацию и анализ источников опасностей, разработку методов и средств защиты и ликвидацию последствий проявления опасностей;
- привлечение к обеспечению высокого уровня безопасности всего арсенала организационно-технических и экономико-правовых методов и средств.

Сочетание указанных предпосылок дает объективное представление об источниках негативных факторов, принципах и методах качественного и количественного анализа среды обитания, стратегии и тактике обеспечения безопасности, методологии разработки и применения средств защиты и устранения последствий проявления опасностей в техносфере.

Поэтому при подготовке специалистов необходимо научить их оценивать с современных позиций профессиональные риски, владеть современной научно-методической и нормативной документацией и знать современные методы контроля параметров производственной среды.

В настоящем пособии приведены лабораторные работы, позволяющие студентам вузов освоить современные методы контроля параметров производственной среды и оценить профессиональные риски.

Правила охраны труда при выполнении лабораторных работ и методические указания по их выполнению

Правила предназначены для студентов, выполняющих лабораторные работы.

Общие требования безопасности

Студенты допускаются к выполнению лабораторных работ только после прохождения инструктажа по охране труда на рабочих местах аудитории.

Запись о проведении инструктажа производится в журнале с обязательной подписью студентов и преподавателя, проводившего инструктаж.

Студент должен знать о расположении в аудитории средств пожаротушения, распределительного электрощита, мест включения (отключения) вентиляции и электрооборудования, медицинской аптечки и средств индивидуальной защиты (очки, перчатки, фартук).

При выполнении анализов возможно проявление следующих опасных и вредных производственных факторов: электрический ток, токсичные газы, агрессивные жидкости (растворы), ядовитые вещества, шум, острые кромки предметов.

Студенты несут ответственность за нарушение правил охраны труда.

Требования безопасности до начала работы

К выполнению лабораторных работ допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности и предварительно подготовленные к работе, ознакомленные с ее содержанием.

До начала работы необходимо убрать с рабочего места посторонние предметы и не используемые в данной работе приборы, и реактивы.

Проверить свободу доступа к распределительному щиту, средствам пожаротушения, наличие и исправность индивидуальных средств защиты.

Не загромождать рабочее место ненужными предметами (сумками, папками, пакетами и т. п.).

Требования безопасности во время работы

Выполнять следует только ту работу, которая предусмотрена заданием преподавателя.

Во время выполнения работы необходимо соблюдать следующие основные правила:

1. Любые работы в аудитории следует выполнять точно, аккуратно, без спешки.
2. Не оставлять без присмотра работающие установки, включенные электронагревательные и электроизмерительные приборы.
3. Не пользоваться реактивами без этикеток или с неясными надписями на них.
4. После употребления реактива банку или склянку немедленно закрыть пробкой и поставить на место этикеткой наружу.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

О любых неисправностях оборудования или отклонениях от нормального хода анализа немедленно сообщить преподавателю.

При воспламенении горючих веществ, необходимо засыпать очаг горения песком или закрыть одеялом, немедленно информировать о случившемся преподавателя.

При несчастном случае (любой травме) оказать пострадавшему помощь и сообщить преподавателю.

Требования безопасности по окончании работы

Выключить электропитание всех приборов.

Навести порядок на рабочем месте.

Использованные вещества разместить в установленном месте (по указанию преподавателя).

Общие методические указания к лабораторным работам

Приведенные в пособии лабораторные работы рассчитаны на двухчасовые занятия в аудитории подготовленных студентов. Работы могут выполняться одновременно несколькими звеньями студентов по отдельным заданиям.

Для выполнения лабораторных работ студентам выдаются необходимые методические указания и, в случае необходимости, дополнительные справочные и нормативные материалы, техническая документация на приборы.

До начала выполнения работы студенты предоставляют преподавателю установленной формы отчет с частью предварительно выполненного задания, а именно по п. 1, 2 (см. форму отчета).

ОТЧЕТ

по лабораторной работе

(указываются тема работы и номер задания)

1. *Цель и задачи работы.*
2. *Краткое описание сущности методики исследований, принципов измерения.*
3. *Таблицы с результатами исследований.*
4. *Расчеты.*
5. *Графики.*
6. *Выводы по работе.*
7. *Ответы на контрольные вопросы.*

Работу выполнил

студент группы

Проверил

Ф.И.О.

Ф.И.О.

Студенты, тщательно подготовившие задание, допускаются к выполнению работы после проверки знаний в объеме контрольных вопросов и работе.

В процессе выполнения работы студенты оформляют последующие части отчета (заполнение протоколов, необходимые расчеты, выводы). Состав и содержание отчета приведены в каждой работе. Полностью оформленный отчет представляется преподавателю на проверку и защиту выполненной работы.

Руководство работами осуществляет преподаватель. При необходимости он может изменять объем и содержание работы, предложить выполнять работы по отдельным заданиям с учетом графика чередования звеньев и количества студентов в звене.

Перед допуском студентов к самостоятельному выполнению работы преподаватель указывает место работы, уточняет цель и порядок исследований, демонстрирует при необходимости работу установок, приборов или проведение отдельных этапов работы, напоминает основные требования безопасности и другие необходимые сведения.

Лабораторная работа 1

Опасные и вредные производственные факторы

Цель работы: закрепить знания по идентификации и оценке опасных и вредных производственных факторов.

Теоретические положения

Опасный производственный фактор – это производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья.

Травма – это повреждение организма внешним воздействием.

Вредный производственный фактор – это производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности.

Заболевание от воздействия вредного фактора – *профессиональное заболевание*.

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 (табл. 1.1) опасные и вредные производственные факторы подразделяются на четыре группы: *физические, химические, биологические, психофизиологические*. Каждая из этих групп, в свою очередь делится на подгруппы.

Физические факторы включают в себя: электрический ток; движущиеся машины и механизмы; передвигающиеся изделия; повышенный уровень загазованности и запыленности, шума, вибраций, различного рода излучения; недостаточная освещенность, острые кромки, низкие или высокие температуры воздуха и др.

Химические факторы представляют собой вредные для организма человека вещества в различных состояниях (вредные вещества, агрессивные жидкости – кислоты, щелочи и другие вредные вещества).

По характеру воздействия на организм человека подразделяются на:

- токсические;
- раздражающие;
- сенсibiliзирующие;
- канцерогенные;
- мутагенные;
- влияющие на репродуктивную функцию.

По пути проникания в организм человека через:

- органы дыхания;
- желудочно-кишечный тракт;
- кожные покровы и слизистые оболочки.

Биологические факторы – патогенные микро- и макроорганизмы (бактерии, вирусы, грибы, простейшие растения, животные) и продукты их жизнедеятельности.

Психофизиологические факторы по характеру действия подразделяются на физические перегрузки (статические и динамические) и нервно-психические

перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Четкой границы между опасными и вредными факторами часто не существует. Один и тот же фактор по природе своего действия или уровню может относиться к различным группам и при определенных условиях перейти из разряда вредных в разряд опасных производственных факторов.

Таблица 1.1

**Классификация опасных и вредных производственных факторов
(ГОСТ 12.0.003-2015*)**

Вредные производственные факторы	Опасные производственные факторы	Источники возникновения (причины, место действия факторов)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Физические</i>		
	Движущиеся машины и механизмы	Зоны движения наземного и конвейерного транспорта, подъемных механизмов
	Подвижные части производственного оборудования	Подвижные части станков, инструмента, передач
	Передвигающиеся изделия, заготовки, материалы	Зоны движения конвейерного транспорта, подъемных механизмов
	Разрушающиеся конструкции	Зоны около систем повышенного давления, емкостей со сжатыми газами, трубопроводов, пневмоустановок, компрессоров
	Обрушивающиеся горные породы	Горные выработки, шахты, рудники
Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны		Зоны переработки сыпучих материалов, участки выбивки и очистки отливок, сварки и плазменной обработки, обработки пластмасс, стеклопластиков и других хрупких материалов, участки дробления материалов и т. п.
Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов		Паропроводы, газопроводы, криогенные установки, холодильное оборудование, расплавы
Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны		Работа на открытом воздухе. Цеха обжига, сушки, прокатки материалов. Электролизные, литейные корпуса
Повышенный уровень шума на рабочем месте		Зоны около технологического оборудования ударного действия, устройств для испытания газов, транспортных средств, энергетических машин
Повышенный уровень вибрации		Виброплощадки, транспортные средства, строительные машины. Виброинструмент,

		рычаги управления транспортных машин
--	--	--------------------------------------

Продолжение табл. 1.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Повышенный уровень инфразвуковых колебаний		Зоны около виброплощадок, мощных двигателей внутреннего сгорания и других высокоэнергетических систем
Повышенный уровень ультразвука		Зоны около ультразвуковых генераторов, дефектоскопов, ванны для ультразвуковой обработки
Повышенное или пониженное барометрическое давление в рабочей зоне и его резкое изменение		Барокамеры. Водолазные работы
Повышенная или пониженная влажность воздуха		Насосные станции прямого и обратного водоснабжения. Водозаборы
Повышенная или пониженная подвижность воздуха		Замкнутые пространства. Промышленные вентиляторы. Работа на открытом воздухе
Повышенная или пониженная ионизация воздуха		Отсутствие притока свежего воздуха в помещение
Повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне		Ядерное топливо, источники излучений, применяемые в приборах, дефектоскопах и при научных исследованиях
	Электрический ток	Электрические сети, электроустановки, распределители, трансформаторы, оборудование с электроприводом и т. д.
Повышенный уровень статического электричества		Зоны около электротехнического оборудования на постоянном токе, зоны окраски распылением, синтетические материалы
Повышенный уровень электромагнитных излучений		Зоны около линий электропередач, установок ТВЧ и индукционной сушки, электроламповых генераторов, телеэкранов, дисплеев, антенн, магнитов
Повышенная напряженность электрического поля		Электроустановки без соединения с заземляющим устройством
Повышенная напряженность магнитного поля		Электролизеры, электрооборудование и установки
Отсутствие или недостаток естественного света		Отсутствие световых проемов; загрязнение окон, недостаточное количество (площадь) оконных проемов, работа в темное время суток
Недостаточная освещенность рабочей зоны		Недостаточное кол-во светильников; малая мощность; загрязнение
Повышенная яркость света		Светильники большой мощности; отсутствие рассеивателей света
Пониженная контрастность		Объект наблюдения (деталь, дефект) и фон имеют малый контраст
Прямая и отраженная блескость		Осветительные установки, источники света; светильники большой мощности и яркости
Повышенная пульсация светового потока		Изменение напряжения в сети. Перемещение, раскачивание светильников

Повышенный уровень ультрафиолетового излучения		Зоны сварки, плазменной обработки
--	--	-----------------------------------

Продолжение табл. 1.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Повышенный уровень инфракрасного излучения		Нагретые поверхности, расплавленные вещества, излучение пламени
	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Режущий и колющий инструмент, заусенцы, шероховатые поверхности, металлическая стружка, осколки хрупких материалов, заготовки и т. п.
	Работа на высоте	Строительные и монтажные работы, обслуживание машин и установок, высотные и верхолазные работы
<i>Химические</i>		
Загазованность рабочей зоны		Утечки токсичных газов и паров из негерметичного оборудования, испарения из открытых емкостей и при проливах, выбросы веществ при разгерметизации оборудования, окраска распылением, сушка окрашенных поверхностей
Запыленность рабочей зоны		Сварка и плазменная обработка материалов с содержанием Gr_2O_3 , MnO , пересыпка и транспортирование дисперсных материалов, окраска распылением, пайка свинцовыми припоями, пайка бериллия и припоями, содержащими бериллий
	Попадание ядов на кожные покровы и слизистые оболочки	Гальваническое производство, заполнение емкостей, распыление жидкостей (опрыскивание, окраска поверхностей)
	Попадание ядов в желудочно-кишечный тракт	Ошибки при применении жидкостей, умышленные действия
<i>Биологические</i>		
Патогенные и условно патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности		Работа с патогенными и условно патогенными микроорганизмами в лабораториях и иных учреждениях
<i>Психофизиологические</i>		
Статическая перегрузка		Работа в неудобной позе, удержание груза
Динамическая перегрузка		Подъем и переноска тяжестей вручную

Умственное перенапряжение		Труд научных работников, преподавателей, студентов
---------------------------	--	--

Окончание табл. 1.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Перенапряжение анализаторов		Операторы технических систем, авиадиспетчеры, работа с ВДТ
Монотонность труда		Пассивное наблюдение за производственным процессом. Конвейерный труд
Эмоциональные перегрузки		Работа авиадиспетчеров, творческих работников. Риск для жизни. Ответственность за безопасность других лиц
Режимные нагрузки		Выполнение работы в несколько смен, продолжительность работы 10 и более часов

Порядок выполнения работы

1. Получить задание преподавателя.
2. Познакомиться с теоретическими положениями.
3. Используя классификацию (табл. 1.1) выявить и составить исчерпывающий перечень опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте.
4. Результаты представить в виде табл. 1.2.
5. Подготовить отчет.
6. Ответить на контрольные вопросы.

Таблица 1.2

Опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте

Наименование рабочего места (профессии, должности)	Вредные факторы	Опасные факторы	Источник возникновения

Варианты заданий к лабораторной работе 1

Задание 1. Выявить и составить исчерпывающий перечень опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте заточника. Механический цех. Заточной станок. Работа ведется электрокорундовыми кругами. Количество окиси кремния (2-ой класс опасности по токсичности) в воздухе рабочей зоны превышает ПДК в 1,5 раза. При заточке присутствует отраженная блескость. Частота вращения шлифовального круга 6300 мин⁻¹. Окна в цехе сильно загрязнены. Работа осуществляется в 2 смены. Продолжительность смены составляет 10 часов. Рабочая поза заточника – стоя более 80 % времени смены.

Задание 2. Выявить и составить исчерпывающий перечень опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте мастера участка виброуплотнения и термообработки стержневых смесей литейного цеха. Вентиляция в цехе работает не эффективно. Печи электрические, работают на частоте 3,0 МГц с интенсивностью, превышающей нормы в 5 раз. Напряженность электрической составляющей превышает предельно допустимый уровень в 3 раза, так как печь старая и отсутствует экранирование индуктора. Интенсивность теплового потока на рабочем месте 1,05 кВт/м² (норма 0,35 кВт/м²). Запыленность алюминиевой, магниевой пылью (2-й класс опасности по токсичности), загазованность воздуха рабочей зоны парами аммиака, ацетона, окисью углерода (3-й класс опасности по токсичности) в среднем превышает ПДК в 7 раз. 3-х сменная работа. Работа в ночную смену. Перемещение в пространстве составляет более 8 км за смену.

Задание 3. Выявить и составить исчерпывающий перечень опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте оператора гибкого автоматизированного комплекса, рабочее место которого оснащено компьютером и пультом управления с большим числом контрольно-измерительных шкальных приборов. Оператор постоянно с длительностью сосредоточенного наблюдения более 15 % от времени смены, обрабатывает информацию, внося коррективы в работу комплекса. При этом он несет полную ответственность за функциональное качество вспомогательных работ, а также за обеспечение непрерывного производственного процесса. Обеспечение последнего зависит от оперативного принятия управленческих решений. Работа комплекса связана с механической высокоскоростной обработкой высоколегированных сталей. Помещение комплекса с пультом управления не имеет окон, в нем предусмотрена общеобменная вытяжная вентиляция.

Задание 4. Выявить и составить исчерпывающий перечень опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте мастера окрасочного цеха автомобильного завода. Пневматическая окраска, окраска с помощью центробежной электростатической установки УЭРЦ-1. Наличие лакокрасочного тумана в цехе. Окна и светильники сильно загрязнены. Мастер несет ответственность за окончательный результат работы. Работа осуществляется в 3 смены.

Задание 5. Выявить и составить исчерпывающий перечень опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте маляра – женщины, которая окрашивает промышленные изделия с помощью краскопульта весом 1,8 кг в течение смены, при этом она выполняет около 100 движений в минуту с большой амплитудой. Работа осуществляется в неотопляемом помещении, в холодный период года. Окна в помещении сильно загрязнены.

Задание 6. Выявить и составить исчерпывающий перечень опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте водителя автомобиля (КамАЗ-5511 СБ92). Перевозка бетона с асфальтобетонного завода в ремонтно-строительный цех. Участие в техническом обслуживании и ремонте автомобиля. Заправка автомобиля топливом. Продолжительность смены составляет 12 часов.

Задание 7. Выявить и составить исчерпывающий перечень опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте слесаря-ремонтника. Цех производства анодной массы. Участок прокаливания кокса. Текущее обслуживание технологического оборудования – прокалочная печь (t в печи $200\text{ }^{\circ}\text{C}$), конвейер. Количество смолистых веществ (1-ый класс опасности) в воздухе рабочей зоны превышает ПДК в 2 раза. Окна и светильники в цехе сильно загрязнены.

Задание 8. Выявить и составить исчерпывающий перечень опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте электрогазосварщика. Цех производства анодной массы. Участок прокаливания кокса. Электродуговая сварка трубопровода пара. Количество смолистых веществ (1-ый класс опасности) в воздухе рабочей зоны превышает ПДК в 2 раза. Окна в цехе сильно загрязнены. Вентиляция работает неэффективно. Посменная работа с работой в ночную смену. Температура воздуха в цехе $29\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Задание 9. Выявить и составить исчерпывающий перечень опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте токаря. Слесарно-сборочный цех. Токарный станок. При заточке присутствует отраженная блескость. Частота вращения вала 6000 мин^{-1} . Окна в цехе сильно загрязнены. Изготовление ответственной детали высокой точности. Относительная влажность воздуха 13% . Рабочая поза токаря – стоя более 80% времени смены.

Задание 10. Выявить и составить исчерпывающий перечень опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте главного инженера завода. Рабочее место оснащено компьютером. Комплексная оценка всей производственной деятельности завода. Главный инженер несет ответственность за функциональное качество конечной продукции, работы, задания. Относительная влажность воздуха в кабинете главного инженера 10% .

Задание 11. Выявить и составить исчерпывающий перечень опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте машиниста крана. Литейный цех. Разливка расплавленного металла в изложницы. Окна в цехе сильно загрязнены. В цехе также осуществляется выбивка отработанной футеровки из ковшей и изложниц. Работа ведется в 3 смены. Продолжительность смены 12 часов.

Задание 12. Выявить и составить исчерпывающий перечень опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте аккумуляторщика. Автотранспортный цех. Ремонтная мастерская. Приготовление электролита. Зарядка аккумуляторов и аккумуляторных батарей. Регулировка напряжения и силы тока. Окна в мастерской и светильники сильно загрязнены. Вентиляция в мастерской работает неэффективно. Уровень шума превышает ПДУ на 3 дБА.

Задание 13. Выявить и составить исчерпывающий перечень опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте электролизника расплавленных солей. Цех электролиза. Ведение технологического процесса электролиза алюминия. Технологическая обработка электролизеров. Напряженность магнитного поля составляет 3 ПДУ. Окна и светильники в цехе сильно загрязнены. В воздухе рабочей зоны присутствуют возгоны каменноугольных

пеков и смол, алюминий трифторид в концентрациях, превышающих ПДК в 1,7 раза. Технологический процесс непрерывный.

Задание 14. Выявить и составить исчерпывающий перечень опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте литейщика. Литейное отделение. Ведение процесса литья алюминиевой продукции. Выливка металла из вакуум-ковша в миксер. Отливка слитков различного профиля и размеров на литейной машине. Интенсивность теплового потока на рабочем месте $1,5 \text{ кВт/м}^2$ (норма $0,35 \text{ кВт/м}^2$). В воздухе рабочей зоны присутствуют возгоны каменноугольных пеков и смол, алюминий трифторид в концентрациях, превышающих ПДК в 1,3 раза. Технологический процесс непрерывный.

Задание 15. Выявить и составить исчерпывающий перечень опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте грузчика. Склад. Сортировка инструментов, материалов, запасных частей. Отсутствуют грузоподъемные механизмы. Работа осуществляется на открытом воздухе, в холодный период года.

Контрольные вопросы и задания

1. На какие группы подразделяются опасные и вредные производственные факторы?
2. Перечислите физические опасные и вредные производственные факторы.
3. Перечислите химические опасные и вредные производственные факторы.
4. Перечислите биологические опасные и вредные производственные факторы.
5. Приведите примеры психофизиологических опасных и вредных производственных факторов?

Лабораторная работа 2

Оценка условий труда по параметрам микроклимата

Цель работы: выполнить инструментальные измерения параметров микроклимата на рабочих местах и оценить соответствие условий труда нормативным требованиям.

Теоретические положения

Метеорологическими условиями производственной среды принято называть физическое состояние воздушной среды, характеризуемое температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также тепловым излучением от нагретых поверхностей.

Совокупность этих факторов, характерных для данного производственного участка, называется *производственным микроклиматом*.

Метеорологические условия, как каждое в отдельности, так и в различных сочетаниях оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье. Для производственных помещений в большинстве случаев характерно суммарное действие метеорологических факторов. Такое действие может быть *синергическим*, когда воздействия неблагоприятных факторов усиливают друг друга, или *антагонистическим*, когда действие одного или нескольких факторов ослабляются или полностью уничтожаются другими.

Так, увеличение скорости движения воздуха ослабляет неблагоприятное действие повышенной температуры, усиливает действие пониженной; повышение влажности усугубляет понижение температуры. Следовательно, в одних условиях сочетание метеорологических факторов создает благоприятные условия для нормального протекания жизненных функций, а в других – неблагоприятные, что может привести к нарушению терморегуляции организма.

Терморегуляция – это совокупность физиологических и химических процессов в организме человека, направленных на обеспечение процесса теплообмена между организмом и внешней средой и сохранение постоянства температуры тела (в пределах 36–37 °С).

Сохранение постоянства температуры тела обеспечивает нормальное протекание в организме биохимических процессов, лежащих в основе его жизнедеятельности. Повышение температуры выше этих пределов называется *перегрев*, понижение – *переохлаждением*. Переохлаждение и перегрев ведут к нарушению физиологических функций организма.

Терморегуляция осуществляется физиологическими механизмами и находится под контролем центральной нервной системы. Она обеспечивает равновесие между количеством тепла, непрерывно образующимся в организме в процессе обмена веществ, и излишками тепла, непрерывно отдаваемыми в окружающую среду, то есть сохраняет тепловой баланс организма.

Отдача тепла организмом в окружающую среду может происходить тремя путями:

- *излучением* – отдача тепла телом в направлении окружающих предметов с более низкой температурой;
- *конвекцией* – нагрев воздуха, омывающего поверхность тела;
- *испарением влаги (пота)* с поверхности тела (кожи), легких и слизистых оболочек верхних дыхательных путей.

В нормальных условиях при слабом движении воздуха человек в состоянии покоя теряет в результате:

- излучения – 45 % всей тепловой энергии;
- конвекции – 30 %;
- испарения – 25 %.

При этом 80 % тепла отдается через кожу, 13 % – через органы дыхания, 5 % тепла расходуется на согревание принимаемой пищи, воды и вдыхаемого воздуха.

Соотношение между видами отдачи тепла может изменяться в зависимости от метеорологических условий. Количество отдаваемого тепла увеличивается при увеличении мышечной работы.

Теплоотдача излучением и конвекцией может происходить только в том случае, если температура окружающей среды ниже температуры тела. При температуре окружающей среды выше температуры тела теплоотдача может осуществляться только за счет выделения пота, на испарение 1 г которого затрачивается около 2,5 кДж (0,6 Ккал).

Количество пота, выделяемого организмом, зависит от температуры окружающей среды. При покое и температуре окружающего воздуха 15 °С потоотделение незначительно и составляет примерно 30 мл за 1 ч, при высокой температуре (30 °С и выше) усиливается в десятки раз. В горячих цехах количество выделяемого пота может достигать 1-1,5 л/ч.

В качестве параметра, характеризующего содержание влаги в воздухе, рекомендуется использовать относительную влажность.

Согласно ГОСТу, относительная влажность – отношение парциального давления водяного пара к давлению насыщенного пара при одних и тех же давлении и температуре.

Как правило относительную влажность выражают в %:

$$\phi = \frac{P_B}{P_H}, \quad (2.1)$$

где P_B , P_H – соответственно парциальные давления (упругость) водяного пара, содержащегося в воздухе, и насыщенного водяного пара.

Парциальное давление – это давление водяного пара, которое он оказывал бы, если бы один занимал объем всей смеси.

Упругость – парциальное давление водяного пара, содержащегося в воздухе, выраженное в миллиметрах ртутного столба или миллибарах.

$$1 \text{ мбар} = 0,75 \text{ мм рт. ст.}$$

Максимальная влажность (влажность насыщения) – это упругость или вес водяных паров, которые могут насытить 1 м³ или 1 кг воздуха при данной температуре.

Высокая относительная влажность воздуха при его высокой температуре способствует перегреву организма.

Низкая относительная влажность вызывает сухость слизистых оболочек дыхательных путей.

Подвижность воздуха способствует повышению теплоотдачи организма в окружающую среду, что играет положительную роль при повышенных температурах воздуха, но отрицательную – при пониженных.

Давление воздуха также оказывает воздействие на организм человека в системе человек–окружающая среда. Атмосферный воздух представляет собой смесь газов, содержащую азот и кислород, и, кроме этого, в ней присутствуют углекислый газ, аргон, неон, гелий, водяной пар и др. При $P = 760$ мм рт. ст. в воздухе содержится $\approx 78\%$ азота, $\approx 21\%$ кислорода. Это оптимальные сочетания компонентов и поэтому давление 760 мм рт. ст. называют *нормальным атмосферным давлением*. Допустимые суточные колебания давления 20–30 мм рт. ст.

При изменении давления изменяется состав воздуха. Это способствует возникновению заболеваний – острая гипоксия (недостаток O_2) в высокогорных районах при пониженном давлении и «кессонная болезнь» при повышенном давлении.

Количество тепла, отдаваемое организмом в окружающую среду, определяются по законам физики. *Отдача тепла излучением* происходит тогда, когда температура окружающих поверхностей (T_n) ниже температуры тела человека (T_m) в направлении поверхности с более низкой температурой. Количество отдаваемого тепла $Q_{изл}$ подчиняется закону Стефана-Больцмана и зависит от площади излучающей поверхности тела человека $F_{изл}$ и разности четвертых степеней температуры тела T_m и температуры поверхностей T_n в градусах Кельвина. При разности температур, не превышающей $40^\circ C$, можно считать, что за 1 час организм излучает:

$$Q_{изл} = K_{изл} \cdot F_{изл} \cdot \left[\left(\frac{T_T}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_n}{100} \right)^4 \right], \quad (2.2)$$

где $K_{изл}$ – приведенный коэффициент взаимозлучения одежды и окружающих поверхностей, $Вт/м^2 \cdot ч \cdot K^4$.

Количество тепла, передаваемое в единицу времени, называют *теплоотдачей конвекции* Q_k , зависит от площади обдуваемой поверхности тела F_k , разности температур тела человека T_m и окружающего воздуха $T_в$, а также скорости движения воздуха:

$$Q_k = K_k \cdot F_k \cdot (T_T - T_в), \quad (2.3)$$

где K_k – коэффициент конвективного теплообмена, $Вт/м^2 \cdot ч \cdot ^\circ C$; при малых скоростях воздуха ($V < 4$ м/с) его значение может быть определено как

$$K_k = 6,31 \cdot V^{0,654} + 3,25 \cdot e^{-1,91 \cdot V}, \quad (2.4)$$

где V – скорость движения воздуха в исследуемом помещении;
 e – константа; $e = 2,72$.

При повышении температуры окружающего воздуха до 30 °С и выше основной путь теплопередачи – *испарение*. Рефлекторно усиливается работа потовых желез, и влага с потом выделяется из организма. При испарении 1 л воды отводится $2,46 \cdot 10^3$ кДж тепловой энергии.

$$Q_{исп} = K_{исп} \cdot F_{исп} \cdot (P_T - P_B), \quad (2.5)$$

где $K_{исп}$ – коэффициент испарительного теплообмена, Вт/м² · ч·кПа;

$F_{исп}$ – площадь поверхности тела, участвующей в испарении, м²;

P_m, P_e – парциальные давления насыщенного водяного пара соответственно при температуре тела человека и температуре окружающего воздуха, кПа.

Длительное пребывание человека в воздушной среде при неблагоприятных значениях параметров микроклимата ведет к нарушению терморегуляции, перегреву организма ($T_{тела}=38-39$ °С), учащению пульса, обильному потовыделению и способствует возникновению ряда заболеваний. Вместе с потом из организма удаляются соли (с 5 л пота удаляется 20–50 г солей в сутки). Нарушение водно-солевого обмена может привести к возникновению заболеваний почек, нарушений сердечно-сосудистой и нервной систем.

В условиях, когда теплоотдача осуществляется только испарением пота, а влажность воздуха превышает 75–89 %, может наступить перегревание организма. Наиболее характерными признаками его являются повышение температуры тела, жажда, учащение пульса и дыхания. При значительном перегреве одышка, головная боль, головокружение. Эта форма нарушения терморегуляции называется *тепловой гипертермией*. Другая форма перегревания известна под названием *судорожная болезнь – нарушение водно-солевого обмена*. Она протекает в форме судорог, сопровождается сгущением крови, потерей большого количества пота. В дальнейшем наступает *тепловой удар* с потерей сознания, повышением температуры до 40–41°С, учащенным слабым пульсом. Характерным признаком тяжелого поражения является почти полное прекращение потоотделения. Тепловой удар и судорожная болезнь могут закончиться смертельным исходом.

Длительное переохлаждение приводит к заболеваниям периферийной нервной системы, радикулиту, невралгии лицевого, тройничного, седалищного и других нервов, суставному и мышечному ревматизму, бронхиту и другим заболеваниям.

Таким образом, при неблагоприятных метеорологических условиях могут возникнуть изменения физиологических функций организма человека, вызывающие снижение физической и умственной активности (деятельности), что приводит к уменьшению производительности труда.

Поэтому оценка и правильный выбор метеорологических условий в производственном помещении имеют большое значение как с медицинской, так и с экономической точек зрения.

Нормирование параметров микроклимата

Для создания нормального теплового баланса организма человека параметры микроклимата в производственном помещении нормируются. Основной принцип нормирования микроклимата – создание благоприятных условий для теплообмена тела человека с окружающей средой. Параметры микроклимата регламентируются по СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Параметрами, характеризующими микроклимат в воздухе рабочей зоны, являются:

- температура воздуха – T_a , °С;
- температура поверхностей – T_n , °С;
- относительная влажность воздуха – φ , %;
- скорость движения воздуха – V , м/с;
- интенсивность теплового излучения – J , Вт/м².

Характеристики работ по тяжести

Все выполняемые работы по тяжести делятся на три категории: *легкие*, *средней тяжести* и *тяжелые*. Деление на категории осуществляется в зависимости от энергозатрат организма. Легкие физические работы разделяются на категорию Ia и категорию Ib. К категории Ia относятся работы, производимые сидя и сопровождающиеся небольшим физическим напряжением, с энергозатратами организма до 139 Вт. К категории Ib относятся работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением, энергозатраты организма 140–174 Вт. Работы средней тяжести тоже разделяются на категории IIa и IIб. К категории IIa относятся работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких до 1 кг изделий в положении сидя или стоя и требующие определенного физического напряжения, энергозатраты для этой категории 175–232 Вт. К категории IIб относятся работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением, энергозатраты для категории IIб – 233–290 Вт. Тяжелые физические работы – категория III – это работы с постоянными передвижениями, перемещением и переноской тяжестей свыше 10 кг и требующие больших физических усилий, с энергозатратами организма 290 Вт.

Постоянное рабочее место – место, на котором работающий находится большую часть своего рабочего времени (более 50 % или более 2 ч непрерывно). Если при этом работа осуществляется в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

Периоды (сезоны) года:

- холодный;
- теплый.

Холодный период характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха ниже +10 °С, *теплый* – +10 °С и выше.

В нормах приводятся *допустимые* значения параметров микроклимата и *оптимальные*.

Допустимые параметры, то есть такие, которые при длительной работе могут вызвать напряжение терморегуляторного аппарата организма человека без патологических изменений в организме.

Оптимальные параметры микроклимата не вызывают напряжения терморегуляторного аппарата. В литературе оптимальные параметры микроклимата принято называть *комфортными*.

Перепады температур по высоте и по горизонтали, а также в течение смены для оптимальных условий труда не должны превышать 2 °С и выходить за пределы величин, указанных в табл. 2.1.

Для допустимых условий труда значения параметров должны соответствовать данным табл. 2.2. При этом допускаются перепады температур по высоте не более 3 °С, по горизонтали для работ Ia, Ib – 4°С, IIa, IIб – 5°С, III – 6°С.

Таблица 2.1

Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных 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 (до 139)	22 – 24	21 – 25	60 – 40	0,1
	Iб (140 – 174)	21 – 23	20 – 24		0,1
	IIa (175 – 232)	19 – 21	18 – 22		0,2
	IIб (233 – 290)	17 – 19	16 – 20		0,2
	III (более 290)	16 – 18	15 – 19		0,3
Теплый	Ia (до 139)	23 – 25	22 – 26	60 – 40	0,1
	Iб (140 – 174)	22 – 24	21 – 25		0,1
	IIa (175 – 232)	20 – 22	19 – 23		0,2
	IIб (233 – 290)	19 – 21	18 – 22		0,2
	III (более 290)	18 – 20	17 – 21		0,3

Таблица 2.2

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин
Холодный	Ia (до 139)	20,0 – 21,9	24,1 – 25,0	19,0 – 26,0	15 – 75	0,1	0,1
	Iб (140 – 174)	19,0 – 20,9	23,1 – 24,0	18,0 – 25,0		0,1	0,2
	IIa (175 – 232)	17,0 – 18,9	21,1 – 23,0	16,0 – 24,0		0,1	0,3
	IIб (233 – 290)	15,0 – 16,9	19,1 – 22,0	14,0 – 23,0		0,2	0,4
	III (более 290)	13,0 – 15,9	18,1 – 21,0	12,0 – 22,0		0,2	0,4
Теплый	Ia (до 139)	21,0 – 22,9	25,1 – 28,0	20,0 – 29,0	15 – 75	0,1	0,2
	Iб (140 – 174)	20,0 – 21,9	24,1 – 28,0	19,0 – 29,0		0,1	0,3

Па (175 – 232)	18,0 – 19,9	22,1 – 27,0	17,0 – 28,0	0,1	0,4
Пб (233 – 290)	16,0 – 18,9	21,1 – 27,0	15,0 – 28,0	0,2	0,5
Пш (более 290)	15,0 – 17,9	20,1 – 26,0	14,0 – 27,0	0,2	0,5

При температуре выше или ниже допустимых величин время пребывания на рабочих местах ограничено величинами, указанными в табл. 2.3, 2.4.

Таблица 2.3

Время пребывания на рабочих местах при температуре воздуха выше допустимых величин

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Время пребывания, не более, при категориях работ, ч		
	Іа – Іб	Іа – Іб	ІІІ
32,5	1	–	–
32,0	2	–	–
31,5	2,5	1	–
31,0	3	2	–
30,5	4	2,5	1
30,0	5	3	2
29,5	5,5	4	2,5
29,0	6	5	3
28,5	7	5,5	4
28,0	8	6	5
27,5	–	7	5,5
27,0	–	8	6
26,5	–	–	7
26,0	–	–	8

Таблица 2.4

Время пребывания на рабочих местах при температуре воздуха ниже допустимых величин

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Время пребывания, не более, при категориях работ, ч				
	Іа	Іб	Іа	Іб	ІІІ
6	–	–	–	–	1
7	–	–	–	–	2
8	–	–	–	1	3
9	–	–	–	2	4
10	–	–	1	3	5
11	–	–	2	4	6
12	–	1	3	5	7
13	1	2	4	6	8
14	2	3	5	7	–
15	3	4	6	8	–
16	4	5	7	–	–
17	5	6	8	–	–
18	6	7	–	–	–
19	7	8	–	–	–
20	8	–	–	–	–

При наличии теплового облучения допустимые величины интенсивности теплового облучения на рабочих местах от производственных источников тепла должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Допустимые величины интенсивности теплового излучения

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового излучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25 – 50	70
не более 25	100

Температура на рабочих местах при наличии теплового излучения не должна превышать значений величин, указанных в табл. 2.6.

Таблица 2.6

Температура воздуха на рабочих местах при наличии теплового облучения в зависимости от категории работ

Категория работ	Температура воздуха, °С
Ia	25
Iб	24
IIa	22
IIб	21
III	20

Для интегральной оценки тепловой нагрузки на рабочих местах рекомендуется использовать индекс тепловой нагрузки среды (ТНС–индекс) в °С при скорости движения воздуха на рабочих местах не более 0,6 м/с и интенсивности; теплового облучения не более 1200 Вт/м².

ТНС–индекс является эмпирическим показателем, характеризующим суммарное действие на организм человека параметров микроклимата (температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового облучения).

ТНС-индекс определяется на основе величин температуры смоченного термометра аспирационного психрометра ($t_{вл}$) и температуры внутри зачерненного шара ($t_{ш}$). Допускается определять температуру ($t_{вл}$) путем прямого измерения температуры и относительной влажности воздуха с последующим использованием психрометрических формул.

Температура внутри зачерненного шара измеряется датчиком, помещенным в центр зачерненного полого шара; $t_{ш}$ отражает влияние температуры воздуха, температуры поверхностей и скорости движения воздуха. Зачерненный шар должен иметь диаметр 90 мм, минимально возможную толщину и коэффициент поглощения 0,95. Точность измерения температуры внутри шара $\pm 0,5$ °С.

ТНС-индекс рассчитывается по следующей формуле

$$ТНС = 0,7 t_{вл} + 0,3 t_{ш}. \quad (2.6)$$

Значение ТНС–индекса не должны выходить за пределы величин, рекомендуемых в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Рекомендуемые величины интегрального показателя тепловой нагрузки среды (ТНС – индекса) для профилактики перегревания организма

Категория работ по уровню энергозатрат	Величины интегрального показателя (ТНС – индекса)
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

Методические указания по выполнению работы

Лабораторная работа включает в себя выполнение двух заданий:

- Задание 1. Оценка условий труда по измеренным параметрам микроклимата;
- Задание 2. Оценка условий труда по коэффициенту комфортности среды.

Задание 1

Оценка условий труда по измеренным параметрам микроклимата

Приборы и оборудование. Термометр, психрометр, гигрометр, гигрограф, барометр-анероид, барограф, секундомер, анемометр, кататермометр.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теоретическими вопросами для проведения исследований.
2. Подготовить протокол, который включает цель работы и табл. 2.8, 2.9, 2.12.
3. Измерить атмосферное давление, температуру воздуха в помещении, относительную влажность и скорость движения воздуха.
4. Провести необходимые расчеты для определения данных параметров и результаты занести в таблицы, указанные выше.
5. На основании проведенных исследований заполнить табл. 2.13. Сделать вывод об условиях труда.

В протоколе студент должен привести все необходимые формулы и промежуточные величины и числа с обоснованием.

1.1. Измерение атмосферного давления воздуха

Порядок проведения измерения

1. Изучить устройство и принцип действия приборов.

2. Измерить давление воздуха в исследуемом помещении с помощью барометра-анероида (рис. 2.1а), определить давление с учетом поправок по формуле 2.7. Поправки к прибору смотреть на стенде.

3. Заполнить табл. 2.8.

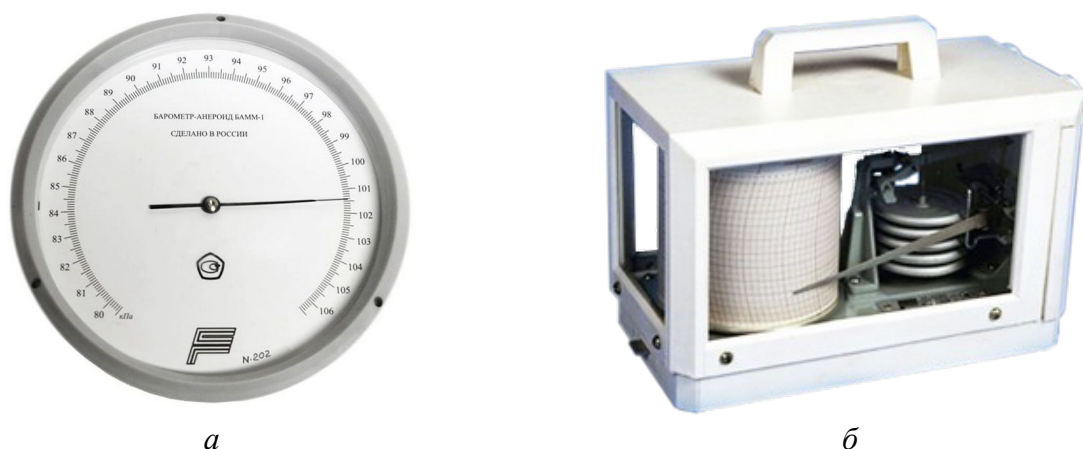


Рис. 2.1. Приборы для измерения атмосферного давления воздуха:
а – Барометр-анероид БАММ-1; *б* – Барограф М-22А

Для измерения давления атмосферного воздуха применяются ртутные барометры и барометры-анероиды. Ртутные барометры используются для измерения давления воздуха в стационарных условиях с точностью $\pm 0,1$ мм рт. ст. (1 мм рт. ст. = 133,322 Па) и для проверки барометров-анероидов.

На практике наиболее широко применяют барометры-анероиды типа БАММ (рис. 2.1а) и М-67.

Принцип работы барометров-анероидов основан на увеличении или уменьшении длины соединенных в один блок нескольких анероидных коробок (безвоздушные металлические коробки с тонкими волнообразными стенками) в зависимости от изменения давления воздуха.

Точность отсчета давления воздуха по барометру-анероиду не превышает $\pm 0,5$ мм рт. ст. К каждому барометру-анероиду прилагается поверочное свидетельство с поправками, и давление воздуха определяется с учетом поправок:

$$B = B_{np} + B_{ш} + B_m + B_{\theta}, \quad (2.7)$$

где B_{np} – отсчет по барометру-анероиду, Па (мм рт. ст.);

$B_{ш}$ – шкаловая поправка, принимаемая по таблице в зависимости от давления воздуха, Па (мм рт. ст.);

B_m – температурная поправка, Па (мм рт. ст.). Вычисляется по формуле

$$B_m = B'_m \cdot t_{np} \quad (2.8)$$

где B'_m – температурная поправка на 1 °С, прилагается к поверочному удостоверению прибора;

t_{np} – температура прибора, снимается с термометра, вмонтированного в корпус прибора, °С;

V_0 – добавочная поправка, Па (мм рт. ст.).

Все поправки к барометру даны в копии поверочного свидетельства или на стенде.

Для непрерывного измерения и регистрации давления в течение определенного периода времени используются барографы – самопишущие приборы. Прибор состоит из чувствительной части – блока anerоидных коробок, соединенных пружиной, и регистрирующей – барабаны с встроенным часовым механизмом. Принцип действия основан на том, что суммарная деформация мембран комплекта anerоидных коробок, вызываемая изменением атмосферного давления, через передаточный механизм перемещает стрелку с пером, которое вычерчивает на ленте барабана с часовым механизмом кривую изменения атмосферного давления.

Микробарограф фиксирует давление в виде точек через каждые 30 с. Прибор регистрирует колебания давления с точностью $\pm 0,04$ мм рт. ст. в пределах от 300 до 900 мм рт. ст.

Результаты измерений занести в табл. 2.8.

Таблица 2.8

Результаты определения и расчета атмосферного давления

Место замера	Давление по барометру V_{np} , Па (мм рт. ст.)	Температура воздуха, t_{np} , °С	Температурные поправки, Па (мм рт. ст.)		Поправка шкалы V_m , Па (мм рт. ст.)	Добавочная поправка V_0 , Па (мм рт. ст.)	Барометрическое давление, Па (мм рт. ст.)
			V'_m	V_m			

1.2. Измерение температуры воздуха

Для измерения температуры воздуха применяют приборы:

- *термометры:*

- ртутный, диапазон измерения от +36 °С до +375 °С;

- спиртовой от –65 °С до +65 °С;

- толуоловый от –95 °С до +60 °С.

- *термоанемометр* ЭА-2М измеряет скорость воздуха в м/с и температуру воздуха в диапазоне от +10 °С до +60 °С.

Температуру поверхностей измеряют контактными (электротермометрами) и дистанционными (пирометрами) приборами. В данной работе температура поверхностей принимается равной температуре воздуха в помещении. Температуру воздуха в помещении определять с помощью сухого термометра на психрометре Ассмана параллельно с определением относительной влажности воздуха в помещении.

Интенсивность теплового облучения следует измерять приборами, обеспечивающими угол видимости датчика, близкий к полусфере (не менее 60°) и чувствительными в инфракрасной и видимой области спектра. Это актинометры, электроактинометры, радиометры и т. д.

Для измерения температуры во времени применяют:

ТМ-1 – максимальный термометр, для замера самой высокой температуры за определенное время;

ТМ-2 – минимальный термометр, для замера самой низкой температуры за исследуемый период;

Термограф – самопишущий прибор суточного или недельного действия. Прибор автоматически записывает изменение температуры на бумажной ленте, надетой на барабан. Прибор состоит из воспринимающей части – биметаллической пластины и регистрирующей – барабана со встроенным внутри часовым механизмом (суточного или недельного завода) и пишущего устройства (рис. 2.2).

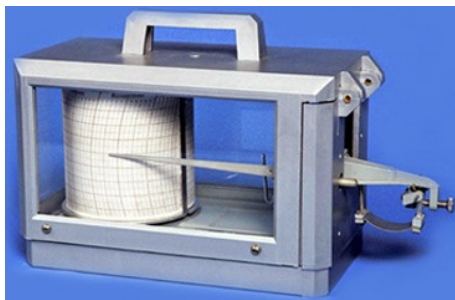


Рис. 2.2. Термограф

В данной лабораторной работе температуру воздуха в помещении определять по сухому термометру психрометра Ассмана при определении влажности воздуха.

1.3. Определение влажности воздуха в помещении

Относительная влажность воздуха измеряется *гигрометрами, психрометрами* и *гигрографами*. Гигрометры бывают волосяные (рис. 2.3в) и пленочные. Они незаменимы для замера относительной влажности воздуха при отрицательных температурах в данный момент времени. Для замера относительной влажности воздуха при положительной температуре применяют психрометр Ассмана (аспирационный с вентилятором) (рис. 2.3а) и психрометр Августа (без вентилятора) (рис. 2.3б). Для замера относительной влажности за сутки (неделю) пользуются прибором – гигрографом (рис. 2.3г). *Психрометры Августа* и *Ассмана* состоят из двух термометров, один из которых «сухой», а другой «влажный» (правый). Влажный термометр обернут батистом и перед замером смачивается водой. Сухой термометр замеряет температуру воздуха в помещении.

Для быстрого замера влажности применяют психрометр Ассмана, так как вентилятор в головной части прибора ускоряет процесс испарения влаги с влажного термометра. Этим прибором необходимо замерить относительную влажность в исследуемом помещении. Психрометр Августа без вентилятора, он применяется в случаях, когда не нужно быстрое получение результатов. Влажность по этому психрометру можно определить через 15–30 минут после начала исследования.

Для измерения и регистрации относительной влажности воздуха за длительный промежуток времени применяются самопишущие приборы – гигрографы (рис. 2.3г). Принцип действия гигрографа основан на свойстве пучка обезжиренных волос удлиняться во влажном и укорачиваться в сухом воздухе. В зависимости от влажности воздуха длина пучка волос изменяется, – что в свою очередь приводит в движение соединенную через передаточный механизм с ним стрелку, которая вычерчивает на ленте барабана с часовым механизмом кривую относительной влажности.



Рис. 2.3. Приборы для измерения относительной влажности воздуха:
 а – психрометр Ассмана; б – психрометр Августа; в – волосяной гигрометр;
 г – гигрограф

Порядок проведения измерения

Перед замером правый (влажный) термометр смачивается водой с помощью пипетки, поднесенной снизу к гильзе термометра, после чего необходимо включить закрепленный на приборе вентилятор. Через четыре минуты снимают показания с обоих термометров и заносят в табл. 2.9. По разности показаний сухого и влажного термометров (психрометрической разности) и по температуре сухого термометра определяют относительную влажность (табл. 2.10).

Таблица 2.9

Результаты определения и расчета влажности

Место замера	Показатели термометра, °С		Разность температур сухого и влажного термометров	Относительная влажность воздуха, %	Абсолютная влажность воздуха, Па, г/м ³
	сухого, t _c	влажного, t _в			

Для расчета абсолютной влажности применяют формулы 2.9 и 2.10.

Таблица 2.10

Психрометрическая таблица для температур от 0 до 36 °С по сухому термометру

Показания сухого термометра, °С	Разность показаний сухого и влажного термометров, °С																				
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
0	100	90	81	73	64	57	50	43	36	31	26	20	16	11	7	3					
1	100	90	82	74	66	59	52	45	39	33	29	23	19	16	11	7	3				
2	100	90	83	75	67	61	54	47	42	35	31	26	23	18	14	10	7	3			
3	100	90	83	76	69	63	56	49	44	39	34	29	25	21	17	13	10	7	3		
4	100	91	84	77	70	64	57	51	46	41	36	32	28	24	20	16	14	11	7	3	
5	100	91	85	78	71	65	59	54	48	43	39	34	30	27	23	19	17	13	10	7	3
6	100	92	85	78	72	68	61	56	50	45	41	35	33	29	25	22	19	16	13	10	7
7	100	92	86	79	73	68	62	57	52	47	43	39	35	31	28	25	22	18	15	13	10
8	100	93	86	80	74	68	63	58	54	49	45	41	37	33	30	27	25	21	18	15	14
9	100	93	86	81	75	70	65	60	55	51	47	43	39	35	32	29	27	24	21	18	17
10	100	94	87	82	76	71	66	61	57	53	48	45	41	38	34	31	28	26	23	21	19
11	100	94	88	82	77	72	67	62	58	55	50	47	43	40	36	33	30	28	25	23	20
12	100	94	88	82	78	73	68	63	59	56	52	48	44	42	38	35	32	30	27	25	22
13	100	94	88	83	78	73	68	63	59	57	53	50	46	43	40	37	34	32	29	27	24
14	100	94	89	83	79	74	70	66	62	58	54	51	47	45	41	39	36	34	31	29	26
15	100	94	89	84	80	75	71	67	64	59	55	52	49	46	43	41	37	35	33	31	28
16	100	95	90	84	81	75	72	67	65	60	57	53	50	48	44	42	39	37	34	32	30
17	100	95	90	84	81	76	73	68	66	61	58	54	52	49	46	44	40	39	36	34	31
18	100	95	90	85	82	76	74	68	66	62	59	56	53	50	47	45	42	40	37	35	33
19	100	95	91	85	82	77	74	70	67	63	60	57	54	51	48	46	43	41	39	37	34
20	100	95	91	86	83	78	75	71	68	64	61	58	55	53	49	47	44	43	40	38	36
21	100	95	91	86	83	79	75	71	69	65	62	59	56	54	51	49	46	44	41	39	37
22	100	95	91	87	83	79	76	72	69	65	63	60	57	55	52	50	47	45	42	40	38
23	100	96	91	87	84	80	76	72	70	66	63	61	58	56	53	51	48	46	43	41	39
24	100	96	92	88	84	80	77	73	70	67	64	62	59	56	53	52	49	47	44	42	40
25	100	96	92	88	85	81	77	74	72	68	65	63	59	58	54	52	50	47	45	44	42
26	100	96	92	88	85	81	78	75	72	69	66	63	61	58	56	53	51	48	47	45	43
27	100	96	92	89	85	82	78	75	73	69	67	64	61	59	56	54	52	50	48	46	44
28	100	96	92	89	86	82	79	76	73	70	67	65	62	60	57	55	53	51	49	47	45
29	100	96	93	89	86	82	79	76	74	70	68	65	63	60	58	55	54	52	50	48	46
30	100	96	93	89	86	83	79	76	74	71	68	65	63	61	58	55	54	52	50	48	46

31	100	96	93	89	86	83	79	76	74	71	68	65	63	61	58	55	54	52	50	49	48
32	100	96	93	89	86	83	79	76	74	71	68	65	63	61	59	57	55	53	51	50	48
33	100	96	93	89	86	83	79	76	74	71	68	66	64	62	60	58	56	54	52	50	49
34	100	96	93	89	86	83	79	76	74	71	69	67	65	63	61	59	57	55	53	51	50
35	100	96	93	89	86	83	79	76	74	72	70	68	66	64	62	60	58	56	54	52	50
36	100	96	93	89	86	83	80	77	75	72	70	68	66	64	62	60	58	56	55		

Вычислить абсолютную влажность воздуха (упругость водяных паров) в Па по формуле

$$r = 2,2 \frac{P_{II}}{273 + t_c}, \quad (2.9)$$

$$P_{II} = [P_H + 0,5 \cdot (t_c - t_g)] \cdot \frac{B}{100\ 621}, \quad (2.10)$$

где P_n – упругость (парциальное давление) водяных паров при замеренных параметрах;

t_c, t_g – показания соответственно сухого и влажного термометров, °С;

B – измеренное барометрическое давление, Па;

100 621 – среднее барометрическое давление, Па;

P_H – упругость водяных паров при полном насыщении влагой воздуха при температуре сухого термометра, Па, определенной по табл. 2.11.

Таблица 2.11

**Абсолютная влажность насыщенного воздуха
при давлении 101,3 кПа (760 мм рт. ст.)**

Температура t_c , °С	Упругость водяного пара P_n , Па	Содержание водяных паров, г/м ³
0	610	4,8
1	656	5,2
5	872	6,8
10	1227	9,4
11	1297	10,0
12	1401	10,7
13	1496	11,4
14	1587	12,0
15	1703	12,8
16	1817	13,5
17	1936	14,3
18	2062	15,2
19	2195	16,2
20	2337	17,3
21	2486	18,3
22	2642	19,4
23	2807	20,5
24	2980	21,6
25	3166	23,0
30	4241	30,4

1.4. Определение скорости движения воздуха

Для измерения скорости движения воздуха служат анемометры, термоанемометры и кататермометры. На практике применяют следующие *анемометры*:

- *чашечный НС-13* для замера скорости движения воздуха от 1 до 20 м/с;
- *крыльчатый АСО* от 3 до 5 м/с;
- *индукционный АРИ-49* до 30 м/с;
- *метеометр МЭС-200*.

Термоанемометры, электроанемометры применяют для замера малых величин скорости движения воздуха (менее 0,5 м/с) при наличии разнонаправленных потоков.

Кататермометры применяют для замера скорости движения воздуха в помещении до 1 м/с.

Анемометры различаются конструкцией ветроприемника (чашечки или крыльчатка) (рис. 2.4). Устройство и принцип работы у чашечных и крыльчатых анемометров аналогичные. На оси анемометра насажена вращающаяся вертушка (чашечки или крыльчатка), которая защищена крестовиной. На нижнем конце оси нарезан червяк, связанный с редуктором, передающим движение трем указывающим стрелкам. Циферблат имеет соответственно шкалы тысяч, сотен, десятков единиц.

Включение и выключение механизма производится арретиром, один конец которого находится под изогнутой пластинчатой пружинкой, являющейся подпятником червячного колеса. Для включения счетчика арретир поворачивают против часовой стрелки, при этом червячное колесо входит в зацепление с червяком и ветроприемник анемометра соединяется с редуктором. Для выключения счетного механизма арретир поворачивают по часовой стрелке. Другой конец арретира поднимает при этом пластинчатую пружину, которая, перемещая ось колеса в осевом направлении, выводит червячное колесо из зацепления с червяком.



а



б



в

Рис. 2.4. Приборы для измерения скорости движения воздуха:
 а – анемометр чашечный; б – анемометр крыльчатый; в – катанермометр

Порядок проведения измерения с помощью анемометра

Перед измерением скорости движения воздуха записывают показания по трем шкалам, обозначающим тысячи, сотни, десятки и единицы (n_n). В измеряемом воздушном потоке анемометр устанавливают вертикально и через 10–15 секунд одновременно включают арретир механизма анемометра и секундомер. Экспонирование анемометра в воздушном потоке производят в течение 1 или 2 минут. По истечении этого времени механизм и секундомер выключают и записывают показания по трем шкалам анемометра (n_k) и время экспозиции в секундах (t), обычно около 100 с. Разность между конечным (n_k) и начальным (n_n) отсчетами делят на время экспозиции (t) и определяют число оборотов вертушки (n), приходящееся на одну секунду. Скорость ветра определяется по тарировочному графику на стенде. На вертикальной оси графика находят число оборотов вертушки, приходящееся на одну секунду. От этой точки проводится горизонтальная линия до пересечения с прямой графика, а из точки пересечения проводится вертикальная линия до пересечения с горизонтальной осью. Точка пересечения вертикали с горизонтальной осью графика дает скорость воздушного потока в м/сек. Данные замера занести в табл. 2.12.

Таблица 2.12

Результаты определения и расчета скорости движения воздуха

Место замера	Отсчет по прибору		Разность отсчетов, $n_k - n_n$	Время замера, t , с	Число делений в 1 с, n	Скорость движения воздуха, м/с
	конечный, n_k	начальный, n_n				

--	--	--	--	--	--	--

Термоанемометр – предназначен для измерения скорости движения воздуха и температуры (рис. 2.5). Принцип действия основан на зависимости электрических параметров. Чувствительный элемент – дифференциальная термопара, используемая при измерении скорости, терморезистор, включенный в мостовую схему измерения температуры, в изменении сопротивления чувствительного элемента от скорости обдувающего воздушного потока и его температуры. Прибор состоит из измерительного прибора и датчика.

В настоящее время выпускаются новые модели электронных измерителей микроклиматических показателей – *метеометры* (рис. 2.6), которые имеют сменные датчики для автоматического измерения всех показателей микроклимата без необходимости их пересчета.



Рис. 2.5. Термоанемометр



Рис. 2.6. Метеометр МЭС-200

Кататермометр (рис. 2.4в) представляет собой спиртовой термометр с круглым или цилиндрическим резервуаром. Резервуар переходит в капилляр с расширением в верхней части. Шкала прибора проградуирована на 7 °С (от 33 °С до 40 °С) для шарового резервуара и на 4 °С (от 35 °С до 38 °С) для цилиндрического резервуара.

Применение прибора основано на зависимости скорости охлаждения его резервуара от температуры окружающей среды. Количество тепла, теряемое кататермометром при его охлаждении, величина постоянная (от 38 °С до 35 °С), а продолжительность охлаждения (τ) различна и зависит от временного действия метеорологических факторов. Количество тепла (в милликалориях), теряемое с 1 см² поверхности резервуара, называется фактором кататермометра – F.

После проведения измерений микроклиматических параметров, для оценки условий труда указать период года и категорию выполняемых работ по тяжести, ознакомиться с нормируемыми показателями для оптимальных и допустимых условий труда. Замеренные параметры сравнивают с оптимальными значениями по табл. 2.1. При отклонении одного из параметров от значений для оптимальных условий труда замеренные параметры сравнивать с допустимыми (табл. 2.2). Если все параметры входят в диапазон оптимальных или допустимых значений, условия труда будут соответственно оптимальные или допу-

стимые. При температуре выше или ниже допустимых величин о времени пребывания на рабочих местах судить по табл. 2.3, 2.4. Для оценки условий труда заполнить табл. 2.13.

Таблица 2.13

Оценка условий труда

Факторы, влияющие на нормирование		Нормируемые параметры						Замеренные параметры		
		Оптимальные			Допустимые					
Период года	Категория работ	T, °C	φ, %	V, м/с	T, °C	φ, %	V, м/с	T, °C	φ, %	V, м/с

Задание 2

Определение комфортности среды

В качестве показателя, характеризующего степень нарушения комфортности среды, используется комплексный показатель комфортности среды ε_K , определяемый по уравнению теплового баланса организма человека:

$$\varepsilon_K = Q_{\text{эз}} - Q_{\text{mn}} = Q_{\text{эз}} - (Q_{\text{изл}} + Q_K + Q_{\text{исп}}), \quad (2.11)$$

где $Q_{\text{эз}}$ – энергозатраты организма (Вт), это тепло, вырабатываемое организмом при выполнении определенной категории работ по тяжести;

Q_{mn} – теплопотери организма (Вт), это тепло, которое отдает организм в окружающую среду в зависимости от микроклиматических параметров.

Получение длительного тепла ($+\varepsilon_K$) приводит к перегреву организма, потеря тепла ($-\varepsilon_K$) приводит к понижению температуры тела и ощущению холода.

Наиболее оптимальное комфортное состояние, при котором $\varepsilon_K \rightarrow 0$, свидетельствует об отсутствии как перегрева, так и охлаждения организма.

Таким образом, при $\varepsilon_K = 0$ выражение (2.11) описывает область комфортных сочетаний параметров микроклимата: $T, \text{°C}; \varphi, \%; V, \text{м/с}$.

Величина $Q_{\text{эз}}$ обычно принимается по нормам в зависимости от характера выполняемой работы (табл. 2.1 или табл. 2.2).

Q_{mn} – это сумма значений $Q_{\text{изл}}, Q_K, Q_{\text{исп}}$ при известных параметрах поверхности тела человека, определяются параметрами микроклимата и могут быть рассчитаны по формулам 2.2, 2.3, 2.5 данной методики.

$$Q_{\text{mn}} = Q_{\text{изл}} + Q_K + Q_{\text{исп}} = \left(K_{\text{изл}} \cdot F_{\text{изл}} \cdot \left[\left(\frac{T_T}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\Pi}}{100} \right)^4 \right] \right) + \left(K_K \cdot F_K \cdot (T_T - T_B) \right) + \left(K_{\text{исп}} \cdot F_{\text{исп}} \cdot (P_T - P_B) \right), \quad (2.12)$$

где $\left(\frac{T_T}{100} \right)^4, \left(\frac{T_{\Pi}}{100} \right)^4$ – температура в градусах Кельвина;

T_m – принимается равной средневзвешенной температуре тела человека, $T_m=31,5 \text{°C}$;

T_n – температуру поверхностей принять равной температуре воздуха в К.

P_m – соответствующее значение парциального давления насыщенных водяных паров при температуре тела человека, $P_T = 4,61$ кПа;

Скорость воздуха принимать равной от 0,1 до 0,4 м/с в зависимости от тяжести выполняемой работы, по заданию преподавателя.

P_B – плотность водяных паров при температуре T_B и относительной влажности ϕ , определяется как:

$$P_B = \frac{\phi}{100} \cdot P_H, \quad (2.13)$$

где P_H – парциальное давление насыщенных паров воды, принимаемое по табл. 2.11. Значения T , ϕ , V выбираются из экспериментальных данных. Справочные данные принимаются по табл. 2.15.

Результаты расчета представить в таблице 2.14.

Таблица 2.14

Расчет суммарных теплопотерь организма

Исходные данные			Параметры микроклимата								Составляющие теплопотерь			
$F_{изл}, M^2$	F_K, M^2	$F_{исп}, M^2$	$T_{п}, ^\circ C$	$K_{изл}, Вт/м^2 \cdot ч \cdot K^4$	$K_{исп}, Вт/м^2 \cdot ч \cdot кПа$	$T_B, ^\circ C$	$V, м/с$	$\phi, \%$	$P_H, кПа$	$P_B, кПа$	$Q_{изл}, Вт$	$Q_K, Вт$	$Q_{исп}, Вт$	$Q_{тп}, Вт$

Таблица 2.15

Справочные данные для расчета суммарных теплопотерь

Приведенный коэффициент взаимноизлучения одежды и окружающей поверхности	$K_{изл} = 4,5 - 5,1 Вт / м^2 \cdot ч \cdot K^4$
Площадь излучающей поверхности тела человека	$F_{изл} = 1,6 - 1,85 м^2$
Средневзвешенная температура тела человека	$T_T = 31,5 ^\circ C$
Температура окружающей поверхности	$T_{п} = T_B$
Скорость движения воздуха	$V = 0 - 4 м / с$
Площадь обдуваемой поверхности тела человека	$F_K = 1,4 - 1,65 м^2$
Приведенный коэффициент испарительного теплообмена	$K_{исп} = 4,2 - 4,7 Вт / м^2 \cdot ч \cdot кПа$
Парциальное давление насыщенного водяного пара при температуре тела человека	$P_T = 4,61 кПа$
Площадь поверхности тела человека, участвующей в теплоотдаче испарением	$F_{исп} = 1,5 - 1,95 м^2$
$e - const$	$e = 2,72$
Энергозатраты	$1 ккал \approx 4,2 кДж \approx 1,16 Вт$ $1 Дж = 1 Вт$
$e^{-1,91 \cdot V}$, при $V = 0,1 м/с$	$2,72^{-1,91 \cdot V} = 2,72^{-0,19} = 0,83$

$V^{0,654}$, при $V=0,1 \text{ м/с}$	$0,1^{0,654} = 0,22$
$K_K = 6,31 \cdot V^{0,654} + 3,25 \cdot e^{-1,91 \cdot V}$, при $V=0,1 \text{ м/с}$	$K_K = 6,31 \cdot 0,22 + 3,25 \cdot 0,83$ $K_K \approx 4,1$

Содержание отчета

Отчет должен содержать: цель и задачи работы, принцип действия приборов для измерения микроклимата рабочей зоны, таблицы измерений, необходимые расчеты и ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы и задания

1. Какими документами регламентируется микроклимат на рабочих местах?
2. Какие параметры микроклимата нормируются на рабочих местах производственных помещений?
3. Какие механизмы участвуют в процессе тепловлагообмена человека с окружающей средой и как влияют различные параметры на теплообмен с окружающей средой?
4. Что такое постоянное и непостоянное рабочее место?
5. Какие категории работ по тяжести вы знаете?
6. Что такое теплый и холодный период года?
7. Какими приборами измеряют метеорологические параметры окружающей среды?
8. Какие условия труда называют допустимыми и оптимальными?
9. Каким показателем оценивается комплексное воздействие параметров окружающей среды на человека?

Лабораторная работа 3

Исследование воздуха рабочей зоны на содержание газов и паров

Цель работы: изучить принцип измерения и оценки содержания вредных газов и паров в воздухе рабочей зоны.

Теоретические положения

При определенных видах профессиональной деятельности на работающих могут воздействовать вредные вещества, поступающие в воздух рабочей зоны из основных и вспомогательных технологических процессов. Вредными являются те вещества, которые при контакте с человеком могут вызвать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья.

Отравления в производственных условиях могут быть *острыми* и *хроническими*.

Острые отравления возникают при наличии высоких концентраций вредных веществ (как правило, в аварийных ситуациях).

Хронические отравления развиваются медленно в результате накопления (материальная кумуляция) в организме токсичных веществ или суммирования функциональных изменений (функциональная кумуляция), например: ртуть, свинец, мышьяк и т. д.

Изолированное действие вредных веществ в промышленности встречается редко, обычно работающие подвергаются одновременному воздействию нескольких веществ, т. е. имеет место комбинированное действие. Принято различать несколько видов комбинированного действия.

1. *Компоненты смеси действуют на одни и те же системы в организме*, например, наркотическое действие смеси углеводов. В этом случае суммарный эффект смеси равен сумме эффектов действующих компонентов и отвечает уравнению:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1, \quad (3.1)$$

то есть сумма отношений фактических концентраций в воздухе C_1, C_2, C_n и их ПДК не должна превышать 1.

2. *Независимое действие* – компоненты смеси действуют на разные системы организма и их токсический эффект не зависит один от другого. В этом случае их ПДК остаются такими же, как при изолированном действии, например, пары бензола и раздражающие газы.

Токсичность многих органических веществ зависит от их химической структуры. В частности, у низкомолекулярных предельных углеводов токсичность увеличивается с повышением молекулярной массы, так, бутан токсичнее пропана, пропан-этана. С увеличением кратности связей увеличивается токсичность: ацетилен токсичнее этилена, а этилен-этана. Соединения с

разветвленной боковой цепью действуют слабее, чем вещества нормального строения, например, изобутан менее токсичен, чем бутан.

Токсичность веществ может увеличиваться за счет взаимодействия друг с другом, например, смесь сероводорода и углеводородов усиливает свое действие. Есть яды, которые нейтрализуют друг друга, например, металлы нейтрализуют мышьяковистые соединения, давая прочные комплексы, которые легко выводятся с мочой.

Токсичность веществ может усиливаться за счет превращений непосредственно в организме, например, отравляющее действие этиленгликоля, поступающего в организм, объясняется его окислением в щавелевую кислоту, которая более токсична.

Оксид углерода, попадая в организм, вступает в реакцию с гемоглобином крови, который передает кислород, образуя метгемоглобин (он снижает доставку кислорода). Высокая токсичность метанола объясняется его окислением в формальдегид и муравьиную кислоту.

Выведение токсичных веществ из организма происходит через легкие, кожу, кишечник, почки, а также с желчью и слюной.

Наличие токсичных газов и паров в воздушной среде может привести к тяжелым профессиональным заболеваниям, хроническим и острым отравлением работающих. Промышленные яды по характеру воздействия на организм человека делятся на 6 групп (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Классификация промышленных ядов по характеру воздействия на организм человека

Группы вредных веществ	Характер действия на человека	Наименование газов и паров
Общетоксические	Отравляют органы дыхания, пищеварения	Бензин, растворители, краски, ртуть, органические соединения, тетраэтил, свинец, хлор и др.
Раздражающие	Вызывают воспалительную реакцию биологических тканей	Аммиак, оксиды серы, азота, сероводород
Сенсибилизирующие	Вызывают повышенную чувствительность к веществу и приводят к кожным заболеваниям, астматическим явлениям и заболеваниям крови	Соединения ртути, альдегиды, платина и др.
Канцерогенные	Приводят к развитию злокачественных опухолей	Полиароматические, углеводороды, нитрозоамины, азо-и diazosоединения
Мутагенные	Влияют на генетический аппарат живых организмов, приводят к быстрому старению организма, снижению сопротивляемости, рождению больных детей с дефектами различных органов	Этиленамид, формальдегид и др.
Репродуктивные	Влияют на функцию воспроизведения потомства	Бензин, двуокись марганца, никотин, соединения ртути и др.

Опасные газы обладают способностью воспламеняться, что может привести к возникновению пожаров и взрывов.

Для оценки взрывоопасности смесей данного газа с воздухом необходимо сравнить значения концентрации газа (в объемных процентах) с верхним и нижним пределом воспламенения.

Нижним концентрационным пределом воспламенения (НП) называется наименьшая концентрация паров или газов в воздухе, при которой возможен взрыв (воспламенение) смеси.

Верхним концентрационным пределом воспламенения (ВП) называется наибольшая концентрация паров или газов в воздухе, при которой возможен взрыв (воспламенение) смеси.

Основной характеристикой вредных примесей в воздухе является концентрация – масса (мг) вредного вещества в единице объема (м³) воздуха при нормальных условиях. Действующие нормативные документы устанавливают предельно допустимую максимально разовую и среднесуточную концентрацию вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

По степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности:

- I – вещества чрезвычайно опасные;
- II – вещества высокоопасные;
- III – вещества умеренно опасные;
- IV – вещества малоопасные.

Вредные вещества могут проникать в организм человека через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, а также кожные покровы и слизистые оболочки.

Класс опасности вредных веществ устанавливается в зависимости от ПДК и показателей, указанных в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Классы опасности вредных веществ

Предельно допустимые концентрации	Ед. измерения	Норма для класса опасности			
		1	2	3	4
ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны	мг/м ³	<0,1	0,1–10,0	1,1–10,0	>10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок	мг/кг	<15	15–150	151–5000	>5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу	мг/кг	<100	100–150	501–2500	>2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе	мг/м ³	>500	500–5000	50 001–50 000	>50 000
Коэффициент возможного ингаляционного отравления		>300	300–30	29,0–3,0	<3
Зона острого действия		<6	6,0–18,0	18,1–54,0	>54,0
Зона хронического действия		>10	10,0–5,0	4,9–2,5	<2,5

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны – концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных) работе в течение 8 часов или другой

продолжительности, но не более 41 час в неделю, в течение всего рабочего стажа не может вызвать профессионального заболевания либо других отклонений здоровья, которые можно обнаружить современными методами исследования.

Средняя смертельная доза при введении в желудок $DL_{50ж}$, мг/кг – доза вещества, вызывающая гибель 50 % животных при однократном введении в желудок.

Средняя смертельная доза при нанесении на кожу $DL_{50к}$, мг/кг – доза вещества, вызывающая гибель 50 % животных при нанесении на кожу.

Средняя смертельная концентрация в воздухе CL_{50} , мг/м³ – концентрация вещества, вызывающая гибель 50 % животных при 2-х – 4-х часовом ингаляционном воздействии.

Коэффициент возможного ингаляционного отравления – КВНО – отношение максимально достижимой концентрации вещества в воздухе при 20 °С к CL_{50} .

Зона острого действия – отношение CL_{50} к $ПК_{ост}$ (пороговая концентрация острого действия, установленная на лабораторных животных при однократном ингаляционном воздействии, мг/л).

Зона хронического действия – отношение $ПК_{ост}$ к $ПК_{хр}$ (пороговая концентрация хронического действия, установленная на лабораторных животных при ингаляционном воздействии по 4 часа пять раз в неделю на протяжении 4 месяцев, мг/л).

Установление ПДК каждого отдельного вещества требует продолжительных экспериментальных исследований, тогда как новые химические соединения и их комбинации получают, синтезируют и внедряют в производство значительно быстрее. Для устранения этого разрыва во времени используют расчетные методы определения ПДК, которые позволяют прогнозировать токсическое действие химических соединений, исходя из их физико-химических характеристик и результатов простейших токсикологических исследований. Для многих веществ, загрязняющих воздух, ориентировочно рассчитанные ПДК, близки к нормативным, определенным экспериментально.

Для расчета ПДК вредных веществ в воздухе производственных помещений рекомендованы формулы, выведенные с использованием показателей их токсичности и некоторых физико-химических констант этих веществ.

Для обеспечения охраны воздушной среды установлена еще одна нормативная величина, характеризующая объем вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу отдельными источниками загрязнения – предельно допустимый выброс (ПДВ). Предельно допустимый выброс – это объем (количество) загрязняющего вещества, выбрасываемого отдельным источником за единицу времени, превышение которого ведет к превышению ПДК в среде, окружающей источник загрязнения, и, как следствие, к неблагоприятным последствиям в окружающей среде и риску для здоровья людей.

ПДВ рассчитывают по методам, разработанным Росгидромет и стандартизованным ГОСТ Р 58577-2019. При его установлении для каждого предприятия принимается во внимание перспектива развития промышленного производства в этом районе, расположение уже действующих предприятий и

жилой застройки, географические и климатические условия местности, расположение санитарно-защитных и рекреационных зон.

Если в воздухе города концентрации вредных веществ превышают ПДК, а их выбросы по причинам объективного характера не могут быть в данный момент снижены до уровня ПДВ, в городе может быть введено поэтапное снижение выбросов вредных веществ действующими предприятиями до значений, обеспечивающих ПДК вредных веществ, или до полного прекращения выбросов. На каждом этапе до обеспечения величин ПДВ устанавливают так называемые временно согласованные выбросы (ВСВ) по аналогии с предприятиями, близкими по мощности и типу производства, с наиболее прогрессивной технологией.

За состоянием воздуха в стране наблюдает общегосударственная служба. В 1979 г. измерение содержания вредных примесей в атмосфере осуществлялось более чем в 350 городах, в 1983 г. – в 450, в 2000 г. – в 490. На сегодняшний день, мониторинг состояния атмосферного воздуха проводится практически в каждом населенном пункте. Качество воздуха регламентируется санитарными нормами, которые содержат ПДК_{мп} и ПДК_{сс}.

Наряду с ПДК для контроля за промышленными выбросами пользуются рядом дополнительных характеристик, в том числе ДОК (допустимое достаточное количество), ОБУВ (ориентировочный безопасный уровень воздействия), ОДК (ориентировочная допустимая концентрация). Гигиенические нормативы приведены в СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», которые включают около 2400 веществ.

В табл. 3.3 представлены ПДК некоторых веществ в воздухе рабочей зоны (извлечение из норм).

Таблица 3.3

Предельно допустимые концентрации и концентрационные пределы воспламенения некоторых веществ

Вещество	Формула	Молекулярная масса, г	Предельно допустимая концентрация		Класс опасности	Агрессивное состояние	Пределы воспламенения смеси с воздухом	
			мг/м ³	%			нижний	верхний
Метан	CH ₄	16,04	7000	1,04	4	газ	5,28	15,0
Сероводород	H ₂ S	34,076	10	0,00066	2	газ	4,0	46
Сернистый ангидрид	SO ₂	64	10	0,00035	3	газ	–	–
Углерод оксид	CO	28,014	20	0,0016	4	газ	12,5	74
Аммиак	NH ₃	17,03	20	0,0028	4	пары	15	28
Бензин	–	–	300	–	4	пары	0,76	8,12
Ацетон	C ₃ H ₆ O	58,08	200	0,0083	4	пары	2,2	13
Бензол	C ₆ H ₆	78,11	5	0,000154	2	пары	1,4	7,1
Толуол	C ₆ H ₅ CH ₃	92,13	50	0,0013	3	пары	1,3	6,7
Ксилол	(CH ₃) ₂ C ₆ H ₄	106,16	50	0,00113	3	пары	–	–

Фенол	C ₆ H ₅ OH	94,11	0,3	0,0000077	2	пары	0,3	2,4
-------	----------------------------------	-------	-----	-----------	---	------	-----	-----

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны подлежит систематическому контролю для предупреждения профессиональных заболеваний и нормируется санитарными нормами, ГОСТами и иными нормативными документами.

Для каждого производственного участка определяются вредные вещества, которые могут выделяться в воздух рабочей зоны. При наличии в воздухе нескольких вредных веществ контроль воздушной среды допускается проводить по наиболее опасным веществам.

Отбор проб осуществляется в зоне дыхания работающих. Периодичность контроля устанавливается в зависимости от класса опасности вредного вещества:

- для I класса – не реже 1 раза в 10 дней;
- для II класса – не реже 1 раза в месяц;
- для III и IV классов – не реже 1 раза в квартал.

Приборы и методы контроля токсичных веществ

В промышленности применяются три основные группы методов определения концентрации газов и паров в воздухе: лабораторные, экспрессные и автоматические.

Лабораторные (аналитические) методы дают точные результаты, но требуют длительного времени. Лабораторные стационарные газоанализаторы работают по принципу поглощения и сжигания газовых компонентов и служат для анализа многокомпонентных газовых смесей. Так, газоанализатор «Хоббит-Т» (рис. 3.1) может определить содержание в воздухе CO, CO₂, CH₄, O₂, H₂, сумму непредельных углеводородов (C_mH_n); газоанализатор ВТИ-2 – CO, O₂, сумму кислотных газов (CO₂, SO₄, H₂S) и сумму непредельных углеводородов (C_mH_n).

Экспрессные методы, выполняемые с помощью переносных газоанализаторов типа ГХ, УГ, ШИ, ОС, ПГФ, ПГА и др., дают менее точные по сравнению с лабораторными, но достаточные для практических целей результаты, позволяют быстро определить содержание вредных веществ в воздухе (рис. 3.2).



Рис. 3.1. Стационарный газоанализатор «Хоббит-Т»

Автоматические методы обеспечивают автоматичность, непрерывность, необходимую точность результатов анализа. Так, автоматический сигнализационный газоанализатор GasAlert Micro 5 позволяет своевременно определить в воздухе опасные концентрации до пяти потенциально опасных атмосферных газов, включая кислород, горючие газы и ряд токсичных газов; газоанализаторы фирмы ALTAIR способны измерять одновременно до четырех газов: кислород, сероводород, угарный газ, а также взрывоопасные газы и пары. Автоматические сигнализаторы газов и паров широко применяются также в качестве датчиков, предупреждающих опасную ситуацию и включающих в действие различные предохранительные устройства (аварийную вентиляцию, автоматическое пожаротушение и др.).

В настоящее время разработаны и применяются газоанализаторы-сигнализаторы. Индивидуальные однокомпонентные газоанализаторы-сигнализаторы СИГНАЛ-4 (рис. 3.3) предназначены для автоматического контроля до взрывных концентраций взрывоопасных паров: метан, пропан, бутан, гексан, C₁–C₁₂, бензин, дизельное топливо, авиакеросин, ацетон, спирты, толуол, уайт-спирит, ксилол, метанол, мазут и др., кислорода, а так же токсичных паров таких как: NH₃, CO, O₂, O₃, SO₂, NO, NO₂, HCL, CL₂, H₂S, CH₂O.

Переносной многокомпонентный газоанализатор «Поляр-2» предназначен для определения содержания кислорода, взрывоопасных и токсичных газов и паров в воздухе рабочей зоны в целях обеспечения безопасности персонала, а также при государственном или производственном аналитическом контроле и аттестации рабочих мест на предприятиях нефтегазодобывающей, нефтегазоперерабатывающей и прочих отраслей промышленности (рис. 3.4).



Рис. 3.2. Переносной газоанализатор ОКА-92МТ



Рис. 3.3. Газоанализатор взрывоопасных паров переносной

Диапазон применения современных переносных газоизмерительных приборов очень велик и включает: угольные шахты и туннели, морской, воздушный и наземный транспорт, химическую, нефтехимическую и нефтедобывающую отрасли промышленности, газоснабжение и коммунальное хозяйство, строительство и обслуживание телекоммуникаций. Также приборы способны контролировать содержание трех, четырех, а то и пяти газов в воздухе рабочей зоны одновременно.

Почти все газоизмерительные приборы осуществляют непрерывный автоматический контроль и снабжены светозвуковой сигнализацией, которая срабатывает при превышении допустимых концентраций хотя бы одного из контролируемых газов. При этом, если одни приборы только сигнализируют об опасности (газосигнализаторы), то другие (газоанализаторы) – показывают и концентрацию контролируемых газов.

Все переносные газо-измерительные приборы делятся на 2 категории по методу осуществления замеров воздуха при дистанционном контроле.

Согласно первому методу, замеры проводятся при непосредственном размещении датчиков, обычно располагающихся в отдельном модуле, в рабочей зоне. Такой метод использован, например, в газосигнализаторе ДОЗОР-С-П (рис. 3.5). Другой метод подразумевает замеры путем протачивания пробы воздуха при помощи насоса и шланга. Этот способ особенно целесообразен в ситуациях, когда необходимо контролировать загазованность в замкнутом пространстве через небольшое отверстие (например, при проверке колодцев через отверстие в люке) (рис. 3.6).

Большинство современных газоанализаторов имеют возможность контролировать как мгновенное воздействие токсичных газов, так и кратковременное STEL (в течение 15 мин.) и долговременное TWA (в течение 8 ч). Токсичные газы обладают свойством накапливаться в организме работающего. Концентрация CO или H₂S совершенно не опасная при мгновенном воздействии, может негативно сказаться на здоровье работающего при воздействии в течение смены. Прибор с функцией STEL/TWA контролирует такое накопительное воздействие токсичных газов.



Рис. 3.4. Газоанализатор переносной многокомпонентный «Поляр-2»



Рис. 3.5. Газоанализатор ДОЗОР-С-П



Рис. 3.6. Проверка колодца на загазованность

Для экспрессного определения вредных веществ наибольшее распространение получили газоанализаторы упрощенного типа УГ-2, ГХ-4 и др., основанные на линейно-колористическом методе анализа.

При просасывании воздуха через индикаторные трубки, заполненные твердым веществом-поглотителем (сорбентом), происходит изменение окраски

реактива, нанесенного на сорбент. При этом длина окрашенного слоя пропорциональна концентрации исследуемого вещества.

Методические указания по выполнению работы

Приборы и оборудование. Универсальный газоанализатор с набором трубок и индикаторных порошков УГ-2, газоопределитель ГХ-4 с набором индикаторных трубок, газовая камера, секундомер.

Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство и принципы действия газоанализаторов.
2. Выполнить задание 1 «Исследование воздушной среды на содержание газов газоанализатором УГ-2».
3. Выполнить задание 2 «Исследование воздушной среды на содержание газов газоопределителем ГХ-4».

Газоанализатор УГ-2 предназначен для измерения концентрации вредных газов и паров в воздухе. Принцип измерения концентрации вредных веществ основан на взаимодействии исследуемого газа с индикаторным порошком при прокаливании через индикаторную трубку определенного объема загруженного воздуха. В результате специфической химической реакции на определяемый компонент индикаторный порошок в трубке окрашивается на определенную длину в зависимости от концентрации газа. Определение концентрации ведется по градуированной в мг/м³ шкале, входящей в комплект прибора.

Газоанализатор УГ-2 (рис. 3.7) состоит из воздухозаборного устройства и набора индикаторных трубок и реактивов. Основной частью воздухозаборного устройства является сильфон-резиновая широкая гофрированная трубка, помещенная в металлический ящик. Стакан с пружиной удерживает сильфон в растянутом состоянии. На верхней плате имеется направляющая втулка для направления штока при сжатии сильфона и отверстие для хранения штоков (в нерабочем состоянии). Шток фиксируется во втулке с помощью стопора. Под головкой штока обозначены объемы просасываемого для анализа воздуха. На поверхности штока имеются две продольные канавки, каждая с двумя углублениями, предназначенными для фиксации объема просасываемого воздуха. С помощью резиновой трубки к сильфону присоединяют индикаторные трубки. На каждый определенный газ имеется одна или две шкалы, на которых указаны наименование газа и объемы просасываемого воздуха. Значения объемов, указанных на головке штока и измерительной шкале, должны совпадать.



Рис. 3.7. Универсальный газоанализатор УГ-2

Индикаторная трубка (рис. 3.8) представляет собой стеклянную трубку, заполненную реактивом. Порошок в трубке удерживается с помощью двух пыжей из медной проволоки с прокладкой между ними ваты (0,5 мм). При длительном хранении индикаторных трубок концы их герметизируются колпачками из конторского сургуча или с помощью фольги. Характеристики выпускаемых индикаторных порошков, для снаряжения индикаторных трубок, приведены в табл. 3.4.

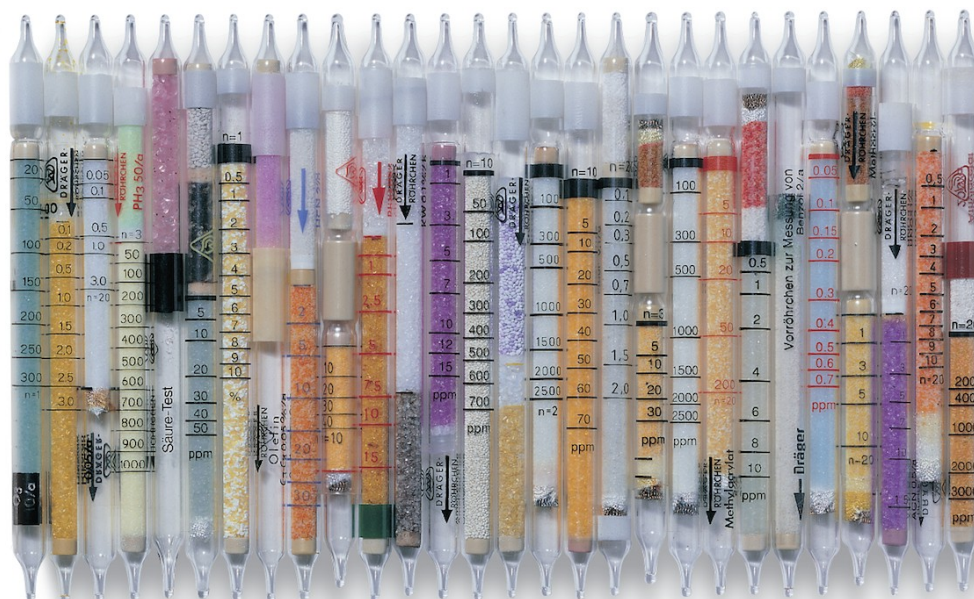


Рис. 3.8. Индикаторные трубки

Таблица 3.4

Выпускаемые промышленностью индикаторные порошки для УГ-2

Определяемый газ (пар)	Просасываемый объем, см ³	Диапазон показаний, мг/м ³	Общее время просасывания, с	Газы (пары), улавливаемые фильтрующим патроном	Газы (пары), мешающие определению
1	2	3	4	5	6
Окислы азота	300	0–50	420	–	Галогены (хлор, йод, бром), озон в концентрациях, превышающих ПДК в 10 и более раз
Аммиак	200 100	0–30 0–100	120 40	–	Кислоты, щелочи и амины
Сернистый ангидрид	300 100	0–30 0–120	300 60	Сероводород, аммиак, двуокись азота, вода, туман серной кислоты	–
Ацетилен	300	0–1400	420	Сероводород, аммиак, фосфористый водород, ацетон, вода, кремнистый водород	–
Ацетон	300	0–2000	420	Уксусная кислота, уксусный ангидрид, соляная кислота, сернистый ангидрид в концентрациях, не превышающих ПДК в 10 и более раз	Кетоны, уксусный ангидрид, хлористый водород, уксусная кислота и сложные эфиры в концентрациях, превышающих ПДК в 10 и более раз

Окончание табл. 3.4

1	2	3	4	5	6
Бензин	300	0–1000	420	Углеводороды ароматического и непредельных рядов	–
Бензол	300	0–200	420	Вода	Углеводороды жирного и ароматического рядов
Ксилол	300	0–500	240	Вода	Углеводороды жирного и ароматического рядов
Сероводород	300 100	0–30 0–200	300 60	–	Меркаптаны
Толуол	300	0–500	420	Вода	Углеводороды жирного и ароматического рядов
Углеводороды нефти	300	0–1000	420	Вода, углеводо-	–

				роды ароматические и непредельные	
Оксись углерода	200	0–120	420	Ацетилен, этилен, бензин, бензол и его гомологи, спирты, ацетон, соединения серы, хлор, окислы азота, дихлорэтан, сероуглерод	Карбонилы металлов
Хлор	300	0–15	420		Бром, йод, окислители и хлорамины
Этиловый	400	0–3000	600	Вода, органические кислоты, фенол	–

Газоопределитель ГХ-4 (рис. 3.9) состоит из мехового аспиратора, который приводится в действие рукой. За один полный ход (расжатие) аспиратора через индикаторную трубку, вставленную в прибор, просасывается 100 мл воздуха. К прибору прилагаются индикаторные трубки (ампулы) на определенный исследуемый газ, которые помещаются в заводскую картонную упаковку, где имеется шкала, с помощью которой определяется концентрация газа. Трубку с окрашенным (после протягивания загрязненного воздуха) реактивом прикладывают к стандартной шкале так, чтобы начало окрашиваемой части совпадало с нулевым значением. По высоте окрашенного столбика трубки находят содержание газа в воздухе.

На поверхности индикаторной трубки нанесены: химическая формула вещества, шкала, имеющая кольца и штрихи, отвечающие определенным значениям концентрации; стрелка, указывающая направление протягивания воздуха; окрашенная полоса для отметок; товарный знак.

Параметры индикаторных трубок приведены в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Параметры индикаторных трубок газоопределителя ГХ-4

Определяемый газ	Просасываемый объем воздуха, м ³	Пределы измеряемых концентраций по шкале	
		мг/м ³	мг/м ³
Оксид углерода	1000	0...0,002	0...250
	100	0...0,2	0...02500
Сернистый ангидрид	1000	0...0,007	0...200
Сероводород	1000	0...0,0066	0...100,1
Диоксид азота	1000	0...0,005	0...102,6

Лабораторная установка (рис. 3.10) для имитации загазованности воздуха и измерения концентрации газа включает в себя газовую камеру с источником

выделения газа (сосуд с быстро испаряющейся жидкостью). Отбор исследуемого воздуха из камеры осуществляется через специальный наконечник с резиновой трубкой.



Рис. 3.9. Газоанализатор ГХ-4



Рис. 3.10. Лабораторная установка для исследования воздуха на содержание газа

Задание 1

Исследование воздушной среды на содержание газов газоанализатором УГ-2

Порядок проведения измерения

Получить у преподавателя или подготовить необходимое количество индикаторных трубок на заданный преподавателем газ. При подготовке трубок необходимо в один конец стеклянной трубки длиной 90 мм и внутренним диаметром 2,5 мм специальным металлическим стерженьком вложить тампон из гигроскопической ваты так, чтобы длина его не превышала 2,5 мм. С другой стороны трубки через воронку насыпать соответствующий индикаторный порошок и легким постукиванием уплотнить его. Установить второй тампон. Общая длина уплотненного порошка должна составлять 68–70 мм. Колбочку с порошком закрыть пробкой и убрать в установленное место.

Проверить герметичность воздухозаборного устройства газоанализатора УГ-2 (рис. 3.7). Для этого сжать сильфон штоком на 400 мл до верхнего углубления и закрепить его фиксатором, перегнуть и зажать резиновую трубку газоанализатора. Придерживая шток резкой сверху, оттянуть фиксатор и отпустить шток. После начального рывка шток в течение 10 мин не должен перемещаться, что свидетельствует о герметичности прибора.

Выбрать шток с надписью (под головкой штока) соответствующего объема и газа (табл. 3.4). Овести стопор, поместить шток во втулку таким образом, чтобы наконечник стопора скользил по канавке. Давлением руки на головке штока сжимают сильфон, пока стопор не совпадет с верхним углублением канавки штока (шток неподвижен). Индикаторную трубку соединить резиновыми трубками с газоанализатором и имитационной камерой. Создать в

газовой камере загазованность. Для этого необходимо открыть источник газа и через 3–5 мин приступить к измерениям.

Измерить концентрацию газа в камере. Для этого необходимо надавить одной рукой на головку штока, другой отвести стопор. Как только шток начнет двигаться, стопор отпустить. Когда наконечник стопора войдет в нижнее углубление канавки, шток остановится (слышен щелчок), но просасывание воздуха будет продолжаться вследствие остаточного вакуума в сильфоне.

По часам с секундной стрелкой фиксировать время хода штока до щелчка, оно должно соответствовать по каждому газу данным табл. 3.4. Если продолжительность хода штока не укладывается по времени, то это значит, что индикаторная трубка подготовлена неправильно. Слишком рыхла – время меньше или слишком плотно – время больше указанного. В этом случае измерение повторяют с другой трубкой.

Определить по специальной шкале исследуемого газа его концентрацию в камере. Для этого необходимо совместить начало окрашенного слоя трубки с нулевым отсчетом измерительной шкалы по виду исследуемого газа и объему протянутого воздуха. Если граница размыта, то измерение следует вести по верхней и нижней граням размыва и взять среднее.

При малых концентрациях газа (высота окрашенного столбика в индикаторной трубке незначительна) необходимо повторить просасывание исследуемого воздуха через одну и ту же индикаторную трубку до 2–5 раз и полученную концентрацию разделить на число этих повторений.

Вычислить концентрацию газа при нормальных условиях (температура °С, давление 101,3 кПа) в мг/м³ по формуле

$$q = \frac{q_{изм} (273 + t) \cdot 101\,300}{273 \cdot B}, \quad (3.2)$$

где $q_{изм}$ – измеренная концентрация газа, мг/м³;

t – температура воздуха, °С;

B – барометрическое давление, Па.

Произвести пересчет концентрации в объемные проценты по формуле

$$q = \frac{831,396 \cdot q_{изм} \cdot (273 + t)}{1000 \cdot M \cdot B}, \quad (3.3)$$

где $q_{изм}$ – измеренная концентрация газа, мг/м³;

t – температура воздуха, °С;

B – барометрическое давление, Па;

M – молекулярная масса вещества.

Результаты исследований занести в табл. 3.6. Сравнить полученную концентрацию газа с ПДК и сделать соответствующий вывод.

Таблица 3.6

Результаты измерений концентрации газов

Тип прибора	Давление воздуха, Па	Температура воздуха, °С	Исследуемый газ (пар)	Концентрация газа (пара)		ПДК, мг/м ³
				мг/м ³	%	

--	--	--	--	--	--	--

Задание 2

Исследование воздушной среды на содержание газов газоопредели- телем ГХ-4

Получить у преподавателя необходимое количество индикаторных трубок на заданный им газ (газы). Проверить газоопредели-
тель ГХ-4 на герметичность. Для этого сжать рукой аспиратор и в мундштук вставить запа-
янную индикаторную трубку, выдержать 5–8 мин, при этом аспиратор должен
находиться в сжатом состоянии.

Обломать запаянные концы индикаторной трубки с помощью специаль-
ного ушка прибора и вставить один конец трубки в резиновый шланг прибора
так, чтобы стрелка на трубке была направлена в сторону прибора, а второй
конец трубки соединить шлангом с газовой камерой. Создать в камере загазо-
ванность.

Измерить концентрацию газа в камере. Для этого необходимо сжимая и
опуская аспиратор с интервалом 2...3 с прокачать 100 мл газа (100 мл – 1 сжа-
тие, 1000 мл – 10 сжатий). Спустя 2 мин по шкале определить концентрацию
газа, совместив градуированную часть индикаторной трубки с началом шкалы.
Отчет берут по верхней границе охраняемого слоя.

Определить температуру и давление воздуха в месте замера (см. указания
лабораторной работы 2).

Пересчитать полученную концентрацию в объемных процентах на
концентрацию в мг/м³ по формуле

$$q = \frac{100 \cdot q_{\text{изм}} \cdot M \cdot B}{831,396 \cdot (273 + t)}, \quad (3.4)$$

где $q_{\text{изм}}$ – концентрация вещества, в % по объему;

M – молекулярная масса вещества (принимается по табл. 3.3), г;

B – барометрическое давление, Па; t – температура, С.

Результаты замеров занести в табл. 3.7.

Сделать вывод о вредности и опасности газов (паров), сопоставив по-
лученную концентрацию анализируемого вещества с ПДК и концентрацион-
ными пределами воспламенения, указанными в табл. 3.3. Произвести расчет
потребного воздухообмена в помещении (м³/ч) по формуле:

$$V_6 = \frac{G_u}{q_{\text{ПДК}} - q_6}, \quad (3.5)$$

где q – полученная концентрация, мг/м³;

$q_{\text{ПДК}}$ – ПДК исследуемого газа (пара), мг/м³;

G_u – интенсивность образования вредного вещества в данных условиях;

$q_6 < q_{\text{ПДК}}$ – максимальная концентрация исследуемого вещества в приточ-
ном воздухе, мг/м³.

$$G_u = 60 \cdot \frac{q \cdot V_n}{\tau_a}, \quad (3.6)$$

где V_n – объем производственного помещения (берется объем лаборатории), м³;
 τ_a – время аспирации воздуха через индикаторную трубку, мин.

Определить кратность воздухообмена в производственном помещении:

$$K = \frac{V_B}{V_n}. \quad (3.7)$$

Результаты расчетов занести в табл. 3.7. Сделать выводы о количестве необходимого воздухообмена и его кратности.

Таблица 3.7

Результаты расчетов потребного воздухообмена

Номер опыта	Исследуемый газ	Объем помещения, м ³	Время аспирации воздуха, мин	Необходимый воздухообмен, м ³ /ч	Кратность воздухообмена

Содержание отчета

Отчет должен содержать: цель и задачи работы, принцип действия приборов для измерений, таблицы с результатами исследований, расчеты, выводы, оценку опасности и вредности газа, соответствие фактических значений концентраций нормативным требованиям.

Контрольные вопросы и задания

1. Какое действие оказывают вредные газы на организм человека?
2. Какая существует классификация вредных веществ?
3. Как нормируются содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны?
4. Что такое ПДК, ОБУВ?
5. Какие существуют методы контроля паров и газов в воздухе рабочей зоны?
6. Экспрессные газоанализаторы и их характеристика.
7. Современные газоанализаторы и газосигнализаторы. Общие характеристики и области применения.
8. Что такое потребный воздухообмен, кратность воздухообмена, как они рассчитываются?

Лабораторная работа 4

Исследование запыленности воздуха производственных помещений

Цель работы: ознакомиться со свойствами пыли, ее влиянием на организм человека, изучить методики, используемые для исследования запыленности воздуха.

Теоретические положения

Запыленность воздуха во многих технологических процессах и операциях на предприятиях различных отраслей промышленности является одним из главных неблагоприятных факторов ухудшения условий труда работников и загрязнения окружающей природной среды.

Аэрозоли представляют собой дисперсные системы, состоящие из газовой среды, в которой взвешены твердые или жидкие частицы. Газ или воздух является дисперсионной средой, а взвешенные частицы – дисперсной фазой.

Пыль – это аэрозоль двухфазной системы «твердое тело – газ». Причем, степень измельчения твердого тела настолько велика, что в неподвижном воздухе твердые частички будут находиться во взвешенном состоянии или медленно оседать под действием силы тяжести. Частицы пыли значительно отличаются от родственного вещества в нераздробленном состоянии, и соответственно меняются их взаимодействия с окружающей средой.

В различных производствах многочисленные, процессы связаны с пылеобразованием. К ним относятся дробление, измельчение твердых материалов, шлифовка и очистка, передвижение сыпучих материалов, выемки и погрузки горной массы, взрывные работы.

В нефтяной и газовой промышленности пыль образуется при бурении, эксплуатации и ремонте скважин. В состав этой пыли входят алюмосиликаты калия, натрия или кальция, барит (сульфат бария), гашеная и негашеная известь, цементы различного состава.

На нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях во многих технологических процессах используются катализаторы, пыль от которых может содержать компоненты никеля, алюминия, оксиды хрома, железа и др.

На газоперерабатывающих заводах в качестве побочного продукта получают твердую серу, которая в процессе транспортировки образует высокодисперсную пыль.

При неполном сгорании твердого топлива образуются отходы – золы и шлаки, которые на 80–90 % состоят из диоксида кремния, оксидов железа, кальция, магния. При их переработке и захоронении образуются пыли аналогичного состава.

При проведении электрогазосварочных работ возникает аэрозоль, который опасен содержанием марганца и оксидов хрома.

Производственная пыль по своему происхождению бывает трех видов – органическая, неорганическая и смешанная. К органической относят пыль растительную (древесную, зерновую, мучную, хлопковую), животную (шерстяную, волосяную) и искусственную органическую (резиновую, пластмассовую). Неорганическая пыль бывает минеральная (песок, асбест, стекловата) и металлическая (чугунная, медная, алюминиевая). На производстве распространена пыль смешанного состава.

Приведенная классификация промышленной пыли по происхождению не дает достаточной информации для ее гигиенической оценки. Для этой цели используют классификацию по механизму образования и по размерам частиц.

По способу образования можно выделить аэрозоли дезинтеграции и аэрозоли конденсации. Аэрозоли дезинтеграции образуются в результате механического измельчения твердых веществ (бурение, дробление, шлифовка). Аэрозоли конденсации образуются вследствие сгущения высоконагретых паров при их охлаждении. Например, в воздухе конденсируются пары цинка и алюминия при их плавлении, пары цветных металлов при электросварке. На практике наиболее часто образуются аэрозоли, дисперсная фаза которых содержит частицы, возникающие как в результате измельчения, так и при конденсации паров (выбросы металлургических предприятий, тепловых электростанций, котельных).

Пыль классифицируется по размерам частиц – фракциям, которые измеряются в микрометрах. Условно их разделяют на три группы:

- частицы размером больше 10 мкм (грубая пыль), которые можно рассмотреть в микроскоп при малом увеличении;
- микроскопические частицы размером 1–10 мкм, различимые при обычных методах микроскопии;
- ультрамикроскопические частицы размером менее 1 мкм, видимые в ультрамикроскопе или электронном микроскопе.

Степень агрессивного воздействия пыли на организм зависит от ее концентрации, химического состава, дисперсности, физико-химических свойств (способности коагулировать, электрозаряженности, адсорбционной активности и т. д.).

Дисперсностью называется степень измельчения частиц пыли (величина обратная размеру частиц). Частицы, составляющие аэрозоль, тем вредней, чем больше дисперсность пыли. Так как при этом увеличивается суммарная поверхность раздробленного вещества, и оно активнее вступает в химические реакции, у него становится больше объемных электрических зарядов. Наибольшей агрессивной активностью обладают частицы пыли размером 0,2–5 мкм. Это объясняется тем, что частицы больших размеров попадают в легкие в небольшом количестве и задерживаются в альвеолах, основное же количество частиц таких размеров задерживается слизистыми верхних дыхательных путей и выводится при чихании и кашле. Частицы же размером менее 0,2 мкм легко транспортируются из альвеол в лимфатические узлы и, не задерживаясь в них, выводятся из организма.

От дисперсности пыли зависит и оседание ее частиц. Крупные частицы оседают быстрее. На частицы размером 0,1–1 мкм оказывают влияние воздушные тепловые потоки и броуновское движение, и они гораздо дольше находятся во взвешенном состоянии.

При движении частиц в воздухе происходит их столкновение, при этом отдельные частицы высокодисперсной пыли соединяются (*коагулируют*) в более крупные частицы. Чем выше степень дисперсности аэрозоля и больше частиц в единице объема, тем быстрее идет *коагуляция* с последующим осаждением.

Электростатическая заряженность пыли – это наличие на частицах дисперсной фазы электрических зарядов, которые облегчают осаждение пыли в легких. Установлено, что больший повреждающий эффект наблюдается при вдыхании частиц с отрицательным зарядом (развитие фиброза).

Пыль способна *адсорбировать* из воздуха токсичные газы, в результате чего неядовитая пыль может оказаться ядовитой, а последующая десорбция может привести к дополнительному загрязнению атмосферы. Например, угольная пыль и сажа сорбируют окись углерода.

Химический состав пыли обуславливает ее *фиброгенное, раздражающее, токсическое, канцерогенное, сенсибилизирующее, ионизирующее* действие на организм.

Фиброгенное действие пыли приводит к поражению легких, которое сопровождается замещением живой ткани крупноволокнистой соединительной тканью, что ведет к уменьшению дыхательной поверхности и формированию фиброза. К аэрозолям, обладающим фиброгенной активностью, относят силикатсодержащие пыли, силикаты, алюмосиликаты, кремнийсодержащие пыли, аэрозоли дезинтеграции угля, аэрозоли кокса, саж, алмазов, аэрозоли дезинтеграции и конденсации металлов. Профессиональные заболевания, связанные с фиброгенным эффектом действия пыли на организм, называются пневмокониозами (цементоз, асбестоз и т. д.).

Пыль некоторых веществ (например, стекловолокна, древесная пыль) может оказывать *раздражающее действие*, вызывая воспаление верхних дыхательных путей (гипертрофический катар), слизистой оболочки глаз (конъюнктивит), кожи (язвенный дерматит).

Токсическим действием обладают пыли ртути, мышьяка, свинца, растворяясь в биологических средах организма, они вызывают его отравление.

Канцерогенное действие отдельных видов пыли приводит к развитию злокачественных новообразований (онкологические заболевания). Сильнейшими канцерогенами являются асбест, никель и его соединения, оксиды хрома, бериллий, бенз(а)пирен.

Сенсибилизирующее (аллергенное) действие пыли вызывает повышенную чувствительность организма к тому или иному веществу (аллергену), которая приводит к изменению состава крови, снижению иммунитета, кожным реакциям, астматическим явлениям. Аллергенными свойствами обладают органические пыли урсолола, шерсти, растений, а также некоторые виды промышленной пыли (хрома, бериллия, никеля).

Радиоактивная пыль урановых и ториевых руд оказывает *ионизирующее действие*, приводя к радиационным поражениям организма. Для ионизирующего излучения характерно воздействие на наследственный аппарат организма, которое приводит к нарушению генетического кода клеток и возникновению мутаций.

Помимо приведенного прямого действия на организм человека, пыль также может оказывать косвенное влияние. Оно связано, в частности, с тем, что при сильной запыленности воздуха изменяются тепловой режим атмосферы, спектр и интенсивность солнечной радиации. Все это может ухудшать гигиенические условия труда.

Кроме вредного воздействия на организм, производственная пыль причиняет ущерб промышленному оборудованию, снижает качество выпускаемой продукции. Пыль из горючих и легко окисляющихся веществ, например угольная, древесная, мучная, сахарная, алюминиевая и др. может быть взрыво- и пожароопасна. Чем выше дисперсность и концентрация пыли, тем больше вероятность ее воспламенения или взрыва.

Мероприятия по борьбе с пылью на производстве

Борьбу с образованием и распространением промышленной пыли ведут различными методами, которые включают *технические, организационные и биологические мероприятия*.

Основные *технические мероприятия* по борьбе с пылью направлены на совершенствование технологии, механизацию и автоматизацию технологических процессов, их рационализацию. Проводится сокращение процессов, связанных с пылеобразованием, механизация загрузки, разгрузки, дозирования, затаривания, используется пневмотранспорт, герметизируется оборудование. Существенное значение имеет замена процессов, сопровождающихся выделением вредной пыли, процессами с выделением менее вредной (например, пескоструйной очистки на дробеструйную и др.). Для уменьшения возможности выделения пыли в производственную среду используется вода (мокрое бурение, нагнетание воды в пласт, орошение пылящих материалов перед дроблением или погрузкой), а также местная и общая вентиляция.

Техника обеспыливания характеризуется большим разнообразием конструкций и форм исполнения. Исходя из современной классификации пылеулавливающих систем, основанной на принципиальных особенностях процесса очистки, пылеочистное оборудование можно разделить на 4 группы: сухие пылеуловители, мокрые пылеуловители, электрофильтры и фильтры. Пылеуловители различных типов, в том числе и электрофильтры, применяют при повышенных концентрациях примесей в воздухе. Фильтры используют для тонкой очистки воздуха с концентрацией примесей менее 100 мг/м³.

К сухим пылеуловителям относят все аппараты, в которых отделение частиц примесей от воздушного потока происходит за счет сил гравитации (пылесадочные камеры), центробежной силы (циклоны). В пылеуловителях мокрого типа (скрубберы) для связывания пыли используется жидкость (преимущественно вода). Процесс электрической очистки (электрофильтрами)

основан на ударной ионизации газа в зоне коронирующего заряда, передаче заряда ионов частицами примесей и осаждении последних на осадительных и коронирующих электродах.

Организационные мероприятия по борьбе с пылью направлены на профилактику и снижение заболеваний, связанных с повышенной запыленностью. С этой целью рабочие проходят обязательные предварительные и периодические медосмотры. На работы, связанные с воздействием пыли, не допускаются лица с заболеваниями бронхолегочной системы, конъюнктивитами и др. Для ряда профессий (например, горнорабочие), установлены сокращенный рабочий день, дополнительный отпуск и льготное пенсионное обеспечение.

К *биологическим методам* профилактики заболеваний, обусловленным воздействием пыли, относятся: ультрафиолетовое облучение организма, применение щелочных ингаляций, специальное питание, дыхательная гимнастика.

В качестве дополнительных мероприятий при отдельных кратковременных процессах, связанных с интенсивным пылеобразованием, применяются средства индивидуальной защиты: респираторы, специальные шлемы с подачей чистого воздуха, спецодежда, очки.

Гигиеническое нормирование содержания пыли в воздухе рабочей зоны

Пыль, образующаяся на производстве, относится к вредным веществам.

Вредным веществом считается такое вещество, которое при контакте с организмом человека может вызвать профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами, как в процессе воздействия вещества, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Поскольку требование полного отсутствия вредных примесей в зоне дыхания работающих часто невыполнимо, особую роль приобретает гигиеническое нормирование их содержания в воздухе рабочей зоны.

Таким образом, с целью исключения и уменьшения неблагоприятного воздействия пыли на человека и окружающую среду ее допустимое содержание в воздухе производственных помещений и в вентиляционных выбросах ограничивается. Так, содержание пыли в воздухе рабочей зоны ограничивается установленным уровнем *предельно допустимых концентраций* (ПДК).

ПДК – это такая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны, которая при ежедневной работе в течение 8 ч, в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. ПДК измеряются в мг/м³. Значения ПДК практически для всех известных и применяемых в промышленности веществ определены в СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». ПДК для некоторых видов пыли согласно указанным нормативам приведены в табл. 4.1. Для новых веществ установлению ПДК может предшествовать введение временного ориентировочного безопасного уровня воздействия (ОБУВ).

Для вредных веществ в воздухе рабочей зоны устанавливаются два типа ПДК – максимально разовая (ПДК_{мр}) и среднесменная (ПДК_{сс}).

Таблица 4.1

Предельно допустимая концентрация некоторых аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (по СанПиН 1.2.3685-21)

№ по СанПиН	Наименование вещества	Формула	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
1	Абразивный порошок из медеплавильного шлака		–/10	4
36	Алюминий и его сплавы (в пересчете на алюминий)	Al n	6/2	3
360	Бокситы	Al ₂ O ₃ ·H ₂ O	–/6	4
1019	Доломит	C ₂ CaMgO ₆	–/6	4
1026	Железо	Fe	–/10	4
1034	Зола		–/4	3
1035	Известняк (Кальцит)	CaCO ₃	–/6	4
1152	Кремний диоксид аморфный в виде аэрозоля конденсации при содержании от 10 до 60%	SiO ₂	6/2	3
1155	Кремний диоксид кристаллический при содержании в пыли от 10 до 70% (например: гранит, шамот, слюда-сырец, углеродная пыль) (Гранит)		6/2	3
1796	Пыль доменного шлака		–/6	4
1994	Титан	Ti	–/10	4

ПДК_{мр} относится в основном к 20–30 минутному интервалу времени. Она определяет степень кратковременного воздействия примеси на организм человека. Таким образом, ПДК_{мр} – это такая концентрация, при вдыхании которой в течение 30 минут у человека не должно наблюдаться рефлекторных ответных реакций (кашель, чихание, слезотечение).

ПДК_{сс} указывает допустимую степень загрязнения воздуха в течение всей смены. Этот норматив был введен для веществ, обладающих высококумулятивными свойствами и у которых снижен или совсем отсутствует порог рефлекторного действия (ртуть, свинец, мышьяк). ПДК_{сс} – это средняя концентрация, полученная при непрерывном или прерывистом заборе проб воздуха при суммарном времени не менее 75 % продолжительности рабочей смены или концентрация, средневзвешенная во времени длительности всей смены в зоне дыхания работающих на местах постоянного или временного их пребывания.

В течение смены продолжительность действия на работающего концентрации, равной ПДК_{мр}, не должна превышать 15 минут и 30 минут - для аэрозолей преимущественно фиброгенного действия и она может повторяться не чаще 4 раз в смену.

Наряду с величинами ПДК в гигиенических нормативах указывается класс опасности, преимущественное агрегатное состояние вещества в воздухе в условиях производства, а также особенности его действия на организм.

По степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделены на четыре класса опасности:

- 1 – вещества чрезвычайно опасные,
- 2 – вещества высоко опасные,
- 3 – вещества умеренно опасные,
- 4 – вещества мало опасные.

Организация и проведение контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Контроль за содержанием вредных веществ, в том числе и аэрозолей преимущественно фиброгенного действия в воздухе рабочей зоны осуществляется в соответствии с Методикой проведения специальной оценки условий труда, утвержденной приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. № 33н. Приведенные методические требования регламентируют выбор мест (точек) отбора проб воздуха, продолжительность отбора, а также периодичность контроля.

Контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны проводится для сравнения измеренных концентраций с их предельно допустимыми значениями. Для веществ, имеющих два норматива – максимальную разовую и среднесменную ПДК контролируют и не допускают превышения как средней за смену, так и максимальной концентраций.

При проведении контроля содержания в воздухе рабочей зоны аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД) определяют фактические значения среднесменных концентраций АПФД и сравнивают их со среднесменными ПДК (в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21).

Среднесменную концентрацию можно определить на основе отдельных измерений. При этом пробы воздуха отбирают, как правило, на всех этапах технологического процесса с учетом их продолжительности и нерегламентированных перерывов в работе. Количество проб зависит от длительности отбора одной пробы, числа технологических операций, их продолжительности.

Методы и приборы контроля запыленности воздуха

Методы измерения концентрации пыли по своему принципу делятся на две группы:

- методы с выделением дисперсной фазы из воздуха;
- методы без предварительного выделения дисперсной фазы.

Основным преимуществом методов первой группы является возможность измерения массовой концентрации пыли. К недостаткам следует отнести циклический характер измерения, большую трудоемкость, низкую чувствительность, обуславливающую длительность пробоотбора при измерении малых концентраций.

Преимуществами методов второй группы являются возможность непосредственных измерений в самом пылегазовом потоке без использования пробоотборного устройства, непрерывность измерений, высокая чувствительность, практическая безынерционность, возможность полной автоматизации

процесса измерений. Во время измерений в поток не вносятся аэродинамические искажения. Существенным недостатком методов второй группы является влияние на результат измерения изменений дисперсного состава и других свойств пыли.

Методы измерения концентрации пыли с выделением дисперсной фазы из воздуха

Методы измерения запыленности с выделением дисперсной фазы из воздуха подразделяются на массовые (*весовой гравитационный, радиоизотопный, пьезоэлектрический*) и счетные (*кониметрические*).

Суть счетного способа заключается в следующем: проводится отбор определенного объема запыленного воздуха, из этого объема осаждаются (выделяются) частички пыли на поверхность, смазанную липким веществом, после чего проводится подсчет пылинок, исследуется их форма и размеры под микроскопом. Концентрация счетного способа выражается числом пылинок в 1 см^3 воздуха.

Весовой гравитационный метод. В его основу положено выделение из пылегазового потока частиц пыли и определение массы пылевого осадка путем взвешивания.

К достоинствам весового метода следует отнести, прежде всего, то, что он измеряет массовую концентрацию пыли и на его показания не влияют изменения химического и дисперсного состава пыли, формы частиц, их оптических, электрических и других свойств. Метод позволяет измерять большие концентрации пыли. Техника измерения сравнительно проста, но сам процесс измерения довольно длителен и трудоемок.

Несмотря на указанные выше недостатки, весовой метод нашел самое широкое применение при осуществлении пылевого контроля. Он оказался первым методом, нашедшим применение на практике.

Радиоизотопный метод измерения концентрациями пыли основан на поглощении радиоактивного излучения веществом. Непосредственное измерение поглощения радиоактивного излучения пылью в пылегазовом потоке осуществить практически невозможно из-за малой концентрации пыли. Поэтому используют предварительную фильтрацию запыленного воздуха с последующим определением массы осевшей пыли по ослаблению радиоактивного излучения при прохождении его через пылевой осадок. При определении концентрации пыли используется β -излучение, так как оно обладает достаточной проникающей способностью.

Поскольку измерения концентрации пыли радиоизотопным методом проще измерений весовым методом и не уступают ему по точности и чувствительности, то он широко используется при создании пылемеров промышленного значения. Все недостатки, присущие весовому методу, как методу с предварительным осаждением пыли, относятся и к радиоизотопному методу. Основной из них – цикличность измерения.

Пьезоэлектрический метод основан на измерении собственной частоты пьезокристалла во время осаждения на его поверхность частиц пыли. При малых амплитудах колебаний кристалла уменьшение частоты колебаний последнего прямо пропорционально массе осевшей на нем пыли.

Пьезоэлектрический метод является весьма перспективным. Существенным его преимуществом является то, что он позволяет измерять массовую концентрацию пыли.

Существует второй вариант *пьезоэлектрического метода*. В его основе лежит счет электрических импульсов, возникающих при соударении частиц пыли с пьезокристаллом. Этот метод предназначен для измерения счетной концентрации пыли.

Методы измерения концентрации пыли без предварительного выделения дисперсной фазы

Оптические методы занимают ведущее место среди других при осуществлении непрерывного пылевого контроля выбросов, так как являются наиболее простыми и надежными. В основу их действия положены два измерительных принципа:

- ослабление интенсивности света при прохождении через запыленную среду;
- рассеяние света на твердых частицах.

На указанных явлениях реализованы два варианта оптических методов – *абсорбционный* и *нефелометрический*.

Первый из них основан на поглощении света и получил распространение для контроля запыленности промышленных выбросов. Однако, он может быть также применен для контроля воздуха рабочей зоны. Главными недостатками абсорбционного метода являются его низкая чувствительность при измерении малых концентраций аэрозольных частиц, невозможность контроля достаточно высоких концентраций (порядка единиц г/м³) вследствие полного поглощения излучения, а также сложность установки абсорбционных анализаторов на технологическом оборудовании.

С этой точки зрения гораздо более эффективными оказывается *нефелометрический метод*, основанный на регистрации рассеянного излучения с различной геометрией расположения источника излучения и фотодетектора.

Обладая гораздо более высокой чувствительностью, нефелометрический метод нашел применение для контроля воздуха рабочей зоны. Однако наличие в технологических потоках высоких температур, вибраций, а также аэрозолей, обладающих адгезионными свойствами, оседающих на измерительных оптических элементах приборов и прилипающих к ним, существенно снижает применимость этого метода в промышленных условиях для контроля выбросов и работы газоочистных установок.

Для этих целей предпочтительнее использовать *электрические методы* определения запыленности, которые основаны на определении индуцированного заряда на измерительном электроде, расположенном в металлическом газоходу. Этот заряд возникает при взаимодействии движущихся аэрозольных

частиц с электродом, при этом величина заряда пропорциональна массовой концентрации аэрозоля.

Такой обмен зарядами известен как трибоэлектрический эффект взаимодействия. Когда частички пыли (аэрозоль) проносятся в металлической трубе, сталкиваются между собой или проходят вблизи металлического зонда, изолированного от трубы, то на нем образуется статический или динамический заряд. Взаимодействие пылевых частиц с зондом приводит к возникновению электрических токов, которые преобразуются приборами в унифицированный постоянный токовый сигнал 4–20 мА, пропорциональный концентрации пыли в трубе или в газоходе. Приборы, использующие в работе эффекты обмена зарядами частиц пыли с измерительным электродом или индукции заряда на измерительном электроде получили название трибоэлектрических.

Методические указания по выполнению работы

Лабораторная работа включает в себя выполнение задания «Исследование воздушной среды на содержание АПФД».

Задание 1

Исследование воздушной среды на содержание АПФД

Приборы и оборудование. Набор фильтров АФА-ВП-10, фильтродержатель (аллонж), аспиратор, резиновые трубки для соединения приборов (воздуховоды), пылевая камера, аналитические весы, часы с секундной стрелкой или секундомер, барометр-анероид, пинцет, термометр.

В данной лабораторной работе измерение запыленности воздуха будет проводиться весовым гравитационным методом.

Измерение концентрации пыли этим методом включает следующие операции: улавливание на фильтр частиц пыли из отобранной пробы, взвешивание осадка пыли, измерение объема пробы.

Применение аппаратов и методика определения зависят от условий отбора пробы запыленного воздуха. Наиболее типичными являются следующие случаи отбора:

- из открытой (свободной) атмосферы в производственных помещениях;
- из закрытых объемов, находящихся при нормальных условиях (камеры, боксы и т. п.);
- из закрытых объемов, находящихся под разряжением или под давлением с направленным потоком воздуха (вентиляционные каналы, воздуховоды и т. п.).

Для любых условий отбора пробы установка состоит из следующих основных узлов: пробоотборной трубки, фильтра, фильтродержателя (аллонжа), аспиратора (рис. 4.1).

Наибольшее распространение среди применяемых фильтров нашли аналитические аэрозольные фильтры (АФА), которые имеют высокую степень осаждения ($\approx 99,9$ %) твердых частиц из фильтруемого объема. Конструктивно

фильтры АФА состоят из фильтрующего элемента и защитных бумажных колец (рис. 4.2). Фильтры закрепляются в специальных устройствах – аллонжах, которые могут иметь закрытое и открытое исполнение (рис. 4.3).

Содержащаяся в исследуемом воздухе пыль оседает на фильтре АФА. По разнице массы фильтра после и до отбора пылевой пробы и количеству отфильтрованного воздуха определяется весовая концентрация пыли, мг/м³:

$$C = \frac{m_2 - m_1}{V_0}, \quad (4.1)$$

где m_1 – масса чистого фильтра, мг;

m_2 – масса запыленного фильтра, мг;

V_0 – объем воздуха, протянутого через фильтр, приведенный к нормальным условиям при температуре 273 К (0 °С) и атмосферном давлении 101,3 кПа (760 мм рт. ст.), м³, определяемый по формуле

$$V_0 = \frac{V_1 \cdot 273 \cdot B}{(273 + t) \cdot 101,3}, \quad (4.2)$$

где t – температура анализируемого воздуха, °С;

B – атмосферное давление, кПа;

V_1 – объем воздуха, протянутого через фильтр при фактической температуре t и давлении B , м³, определяемый по формуле

$$V_1 = \frac{Q \cdot \tau}{1000}, \quad (4.3)$$

где Q – объемная скорость пробоотбора, л/мин.;

τ – время пробоотбора, мин.;

1000 – коэффициент перевода литров в кубические метры (1 м³ = 1000 л).



Рис. 4.2. Фильтры АФА



Рис. 4.1. Аспиратор ПА-40М-3



Рис. 4.3. Фильтродержатели

Методика определения концентрации пыли заключается в следующем. С помощью вентилятора в пылевой камере (рис. 4.4), которая имитирует производственное помещение, создается запыленность воздуха. Для этого в камеру через дозатор помещается навеска пыли, которая раздувается потоком воздуха от вентилятора. Давление и температура воздуха в камере принимаются равными давлению и температуре в лаборатории.



Рис. 4.4. Лабораторная установка для исследования воздуха на содержание пыли



Рис. 4.5 Весы электронные аналитические

Отбор запыленного воздуха из камеры производится с помощью аспиратора, создающего высокое разрежение. К аспиратору резиновой трубкой подключается аллонж с фильтром. Аспиратор смонтирован в металлическом корпусе и состоит из воздуходувки и ротаметров, служащих для измерения

объемной скорости пробоотбора. На передней панели aspirатора имеются штуцеры для присоединения резиновых трубок и ручки вентилях ротаметров для регулирования объемной скорости отбора пробы.

Порядок выполнения работы

1. Изучить порядок проведения эксперимента и подготовить протокол (табл. 4.2) для оценки запыленности воздуха.
2. Снять с приборов значения температуры воздуха и барометрического давления в помещении лаборатории и внести их в протокол эксперимента.
3. Подготовить фильтр АФА к работе:
 - а) вынуть за выступ фильтр из бумажной кассеты;
 - б) взвесить фильтрующий элемент.
4. Порядок взвешивания на электронных весах (рис. 4.5):
 - а) проверить состояние весов;
 - б) включить весовое устройство;
 - в) проверить нулевое значение веса на циферблате;
 - г) положить фильтр на чашку весов и взвесить его;
 - д) полученный результат m_1 внести в протокол эксперимента.
5. Вставить фильтр в аллонж и закрепить в нем.
6. Собрать все элементы установки в единую схему: фильтродержатель (аллонж) – резиновая трубка – штуцер.
7. Включить в работу вентилятор в пылевой камере (чтобы пыль перешла во взвешенное состояние).
8. Включить aspirатор и секундомер, зафиксировать начало отбора пробы. Во время отбора по ротаметру необходимо следить за скоростью просасывания. Время и скорость пробоотбора устанавливает преподаватель.
9. По окончании отбора пробы выключить aspirатор и секундомер. Осторожно вынуть фильтр из фильтродержателя и взвесить его на тех же весах. Все параметры записать в протокол эксперимента.
10. Вычислить объем воздуха, прошедшего через фильтр по формуле 4.3 и привести его к нормальным условиям используя формулу 4.2. Рассчитать концентрацию пыли, используя формулу 4.1. Результаты расчетов занести в протокол.
11. Сделать вывод о степени запыленности воздуха, сравнив измеренную концентрацию пыли с ее предельно допустимым значением используя табл. 4.1.

Таблица 4.2

Протокол эксперимента

Показатели	Результаты измерения и расчеты
<i>Подготовка к эксперименту</i>	
Наименование АПФД	
Температура воздуха, t , °С	
Атмосферное давление, B , кПа	
ПДК _{сс} пыли, мг/м ³	
Масса фильтра до эксперимента, m_1 , мг	

<i>Выполнение эксперимента</i>	
Масса фильтра после эксперимента, m_2 , мг	
Время отбора пробы, τ , мин.	
Объем воздуха, пропущенного через фильтр, V_1 , м ³	
Объем воздуха, приведенный к нормальным условиям, V_0 , м ³	
Концентрация пыли в исследуемом воздухе, C , мг/м ³	

Содержание отчета

Отчет должен содержать: цель и задачи работы, принцип действия приборов для измерений, таблицу с результатами исследований, расчеты, выводы, оценку опасности и вредности пыли, соответствие фактических значений концентраций нормативным требованиям.

Контрольные вопросы и задания

1. Что называется пылью?
2. Какие бывают виды пыли по механизму образования?
3. Что такое ПДК и какие виды ПДК вы знаете?
4. Какие частицы пыли наиболее опасны по воздействию на организм?
5. Как влияют физико-химические свойства пыли (дисперсность, способность коагулировать, электрозаряженность, адсорбционная активность) на степень ее вредного воздействия на организм?
6. Какие существуют методы снижения запыленности воздуха на рабочем месте?
7. Что называется вредным веществом?
8. Какие виды действия производственная пыль может оказывать на организм?
9. Какие методы определения запыленности вы знаете?

Лабораторная работа 5

Исследование естественного и искусственного освещения рабочих мест

Цель работы: изучить принцип измерения освещенности рабочих мест, произвести расчет естественного и искусственного освещения.

Теоретические положения

Большую часть информации об окружающем мире (до 90 %) человек получает через органы зрения. Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает благоприятное психофизиологическое воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Ощущение зрения происходит под воздействием видимого излучения (света), которое представляет собой электромагнитное излучение с длиной волны 0,38...0,76 мкм. Чувствительность зрения максимальна к электромагнитному излучению с длиной волны 0,555 мкм (желто-зеленый цвет) и уменьшается к границам видимого спектра.

Видимый свет влияет на тонус центральной и периферической нервной системы, на обмен веществ в организме, его иммунные и аллергические реакции, на работоспособность и самочувствие человека. Оптимальные параметры видимого света по интенсивности, спектральному составу и режиму освещения зависят от требований организма к условиям конкретной деятельности.

Недостаточное освещение рабочего места затрудняет длительную работу, вызывает повышение утомления и способствует развитию близорукости. Слишком плохое освещение вызывает апатию и сонливость, а иногда и состояние тревоги. Длительное нахождение человека в условиях недостаточного освещения сопровождается снижением интенсивности обмена веществ в организме и ослаблению его реактивности.

Излишне яркий свет слепит, снижает зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность, нарушает механизм сумеречного зрения. Воздействие чрезмерной яркости может вызвать фотоожоги глаз и кожи, катаракты и другие нарушения.

Световую среду формируют следующие количественные и качественные составляющие.

Для *количественной оценки* условий зрительной работы используют следующие показатели:

Световой поток Φ (люмен, лм) – часть лучистого потока, воспринимаемая человеком как свет, характеризует мощность светового излучения.

Сила света J (кандела, кд) – пространственная плотность светового потока, определяется как:

$$J = \frac{d\Phi}{dw}, \quad (5.1)$$

где $d\Phi$ – световой поток, исходящий из источника и равномерно распространяющегося внутри элементарного телесного угла, лм;

dw – величина элементарного телесного угла в стерadians (ср).

Освещенность E (люкс, лк) – поверхностная плотность светового потока, определяется соотношением:

$$E = \frac{d\Phi}{dS}, \quad (5.2)$$

где $d\Phi$ – световой поток, лк;

dS – площадь освещаемой поверхности, м².

Яркость L (кд/м²) поверхности под углом α к нормам, определяется как:

$$L = \frac{dJ_\alpha}{dS \cdot \cos \alpha}, \quad (5.3)$$

где dJ_α – сила света излучаемой, освещаемой или светящейся поверхностью в этом направлении, кд;

dS – площадь проекции этой поверхности на плоскость, перпендикулярную этому направлению, м².

Для *качественной оценки* условий зрительной работы используют следующие показатели:

Фон – это поверхность, на которой происходит размещение объекта. Фон характеризуется способностью поверхности отражать падающий на нее свет.

$$\rho = \frac{\Phi_{\text{отр}}}{\Phi_{\text{пад}}}$$

Эта способность – коэффициент отражения

В зависимости от цвета и фактуры поверхности ρ находится в пределах 0,2...0,95, так при:

- $\rho > 0,4$ – фон светлый;
- $\rho = 0,2 - 0,4$ – фон средний;
- $\rho < 0,2$ – фон темный.

Контраст объекта с фоном K – степень различия объекта и фона, характеризуется состоянием яркостей рассматриваемого объекта (точки, линии, знака и т. д.) и фона:

$$K = \frac{L_{\text{об}} - L_{\text{ф}}}{L_{\text{ф}}}, \quad (5.4)$$

где $L_{\text{об}}$ – яркость объекта, кд/м²;

$L_{\text{ф}}$ – яркость фона, кд/м².

В зависимости от величины контраст считается:

- большим, при $K > 0,5$ (объект резко выделяется на фоне);

- средним, при $K = 0,2 \dots 0,5$ (объект и фон отличаются заметно по яркости);
- малым, при $K < 2$ (объект слабо заметен на фоне).

Коэффициент пульсации освещенности K_E – это критерий глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока:

$$K_E = \frac{100(E_{\max} - E_{\min})}{2E_{cp}}, \%$$
(5.5)

где E_{\max} , E_{\min} , E_{cp} – максимальное, минимальное и среднее значение освещенности за период колебаний, лк:

- для газоразрядных ламп $K_E = 25 - 65 \%$;
- для обычных ламп накаливания $K_E = 7 \%$;
- для галогенных ламп $K_E = 1 \%$.

Видимость V характеризует способность глаза воспринимать объект, она зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном, длительности экспозиции.

$$V = \frac{K}{K_{\text{нор}}},$$
(5.6)

где K – контраст;

$K_{\text{нор}}$ – пороговый контраст, т. е. наименьший различимый глазом контраст.

Показатель ослепленности P_0 – критерий оценки слепящего действия, создаваемого осветительной установкой:

$$P_0 = \frac{1000 \cdot V_1}{V_2 - 1},$$
(5.7)

где V_1 , V_2 – видимость объекта различия соответственно при экранировании и без экранирования.

Характеристика освещения

В зависимости от источника света различают:

- естественное освещение;
- искусственное освещение;
- совмещенное освещение.

Нормирование освещения осуществляется в соответствии с:

- СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение;
- СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Нормирование производится в зависимости от точности зрительных работ, наименьшего размера объекта различения, контраста объекта различения с фоном, характеристики фона (табл. 6).

Естественное освещение создается прямыми солнечными лучами и отраженным (диффузным) светом небосвода. Оно зависит от времени года, времени суток, характера окружающей поверхности, географического местоположения объекта и т. д.

Естественное освещение может быть следующих видов:

- *боковое* – освещение помещения через световые проемы в наружных стенах;
- *верхнее* – освещение помещения через фонари, световые проемы в стенах, в стенах перепада высот здания;
- *комбинированное* – освещение через световые проемы в наружных стенах и фонари;

Нормирование естественного освещения производится с помощью *коэффициента естественного освещения, %*:

$$l_N = l_n \cdot m, \quad (5.8)$$

где l_N – нормируемое значение коэффициента естественного освещения, %;

N – номер группы обеспеченности естественным светом, определяемый по табл. 5.1;

l_n – значение коэффициента естественного освещения, для соответствующего характера зрительной работы и вида освещения, без учета прямого солнечного света, определяемый по табл. 5.6;

m – коэффициент светового климата, определяемый по табл. 5.2.

Таблица 5.1

Группы административных районов по ресурсам светового климата

Номер группы	Административный район
1	Владимирская, Калужская области, Камчатский край, Кемеровская область, Красноярский край (севернее 63° с. ш.), Курганская, Московская области, г. Москва, Нижегородская, Новосибирская области, Пермский край, Рязанская область, Республика Башкортостан, Республика Марий Эл, Республика Мордовия, Республика Татарстан, Республика Саха (Якутия) (севернее 63° с. ш.), Свердловская, Смоленская, Тульская, Тюменская области, Удмуртская Республика, Хабаровский край (севернее 55° с. ш.), Челябинская область, Чувашская Республика, Чукотский автономный округ
2	Белгородская, Брянская, Волгоградская, Воронежская области, Еврейская автономная область, Забайкальский край, Кабардино-Балкарская Республика, Камчатский край, Красноярский край (южнее 63° с. ш.), Иркутская, Курская, Липецкая, Магаданская, Оренбургская, Орловская, Пензенская области, Алтайский край, Республика Бурятия, Республика Ингушетия, Республика Коми, Республика Саха (Якутия) (южнее 63° с. ш.), Республика Северная Осетия – Алания, Республика Тыва, Республика Хакасия, Омская, Самарская, Саратовская, Сахалинская, Тамбовская, Томская, Ульяновская области, Хабаровский край (южнее 55° с. ш.), Ханты-Мансийский автономный округ, Чеченская Республика
3	Вологодская, Ивановская, Калининградская, Кировская, Костромская, Ле-

	нинградская области, Ненецкий автономный округ, Новгородская, Псковская области, Республика Карелия, г. Санкт-Петербург, Тверская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, Ярославская область
4	Архангельская, Мурманская области
5	Астраханская, Амурская области, Карачаево-Черкесская Республика, Краснодарский край, Приморский край, Республика Адыгея, Республика Дагестан, Республика Калмыкия, Республика Крым, Ростовская область, г. Севастополь, Ставропольский край

Таблица 5.2

Коэффициенты светового климата для различных световых проемов

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата, <i>m</i>				
		Номер группы административных районов				
		1	2	3	4	5
В наружных стенах здания	С	1	1,11	0,91	0,83	1,25
	СВ	1	1,11	0,91	0,83	1,25
	З, В	1	1,11	0,91	0,91	1,25
	ЮВ, ЮЗ	1	1,18	1	0,91	1,25
	Ю	1	1,18	1	0,91	1,33
В прямоугольных и трапецевидных фонарях	С-Ю	1	1,11	0,91	0,83	1,33
	СВ-ЮЗ ЮВ-СЗ	1	1,11	0,83	0,83	1,43
	В-З	1	1,11	0,91	0,83	1,43
В фонарях типа «шед»	С	1	1,11	0,83	0,83	1,43
В зенитных фонарях	-	1	1,11	0,83	0,83	1,43

Искусственное освещение подразделяется в зависимости от назначения на:

- рабочее;
- аварийное;
- охранное;
- дежурное.

Искусственное освещение в зависимости от размещения осветительных приборов, может быть:

- общее;
- местное (локальное);
- комбинированное.

Общее освещение – освещение, при котором осветительные приборы (светильники), размещаются в верхней зоне помещения равномерно (общее равномерное) или применительно к оборудованию (общее локализованное освещение).

Местное освещение – освещение, создаваемое светильниками, концентрирующими световой поток непосредственно на рабочих местах. Может применяться как самостоятельно, так и в дополнении к общему.

Комбинированное освещение – это освещение, при котором в помещении одновременно используется общее и местное освещение.

Совмещенное освещение используется в переходное время суток, а также при недостатке естественного освещения. Создается оно одновременным использованием естественного и искусственного освещения.

Нормирование искусственного освещения осуществляется величиной освещенности E , лк. Выбор нормируемой освещенности осуществляется в соответствии с табл. 5.6 (СанПиН 1.2.3685-21) в зависимости от разряда зрительной работы, контраста объекта с фоном, характеристики фона.

Требования к естественному и искусственному освещению жилых и общественных зданий приведены в табл. 5.7 (СП 52.13330.2016).

Методические указания по выполнению работы

Приборы и оборудование. Цифровой фотометр (люксметр-яркомер) – «ТКА-ПК 04/3», рулетка.

Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство и принципы действия цифрового фотометра (люксметра-яркомера).
2. Выполнить задание 1 «Исследование естественного освещения».
3. Выполнить задание 2 «Исследование искусственного освещения на рабочих местах».
4. Выполнить задание 3 «Расчет естественного освещения».
5. Выполнить задание 4 «Расчет искусственного освещения».

Люксметр-яркомер предназначен для:

- измерения освещенности в лк в видимой области спектра, создаваемой искусственными или естественными источниками;
- измерение яркости накладным методом ТВ-кинескопов, дисплейных экранов и т. д., в $\text{кд}/\text{м}^2$.



Рис. 5.1. Цифровой фотометр «ТКА-ПК 04/3»

Основные характеристики прибора

Диапазон измерений:

- освещенности – 10–200 000 лк;
- яркости – 10–200 000 кд/м².

Пределы измерений:

- 2000 (лк, кд/м²);
- 20 000 (лк, кд/м²);
- 200 000 (лк, кд/м²).

Переключение пределов производится вручную на соответствующей шкале прибора. При проведении измерений необходимо *помнить*, что при измерении величин *меньших 100 единиц* младшего разряда, необходимо из измеренной величины вычитать отклонения показаний прибора от «0» при закрытых входных окнах фотоприемника.

Конструкция прибора

Конструктивно прибор состоит из двух функциональных блоков: фотометрической обработки сигнала, связанных между собой множительным кабелем. В фотометрической головке расположены фотоприемные устройства для регистрации излучения. На измерительном блоке расположен переключатель режимов работы и жидкокристаллический индикатор.

На задней стенке фотометрической головки расположен батарейный отсек.

Корпуса фотометрической головки и блока обработки сигналов изготовлены из ударопрочного полистирола.

Перед началом работы цифровым фотометром необходимо убедиться в работоспособности элемента питания. Если при любом из выбранных режимов измерений в поле индикатора появится символ, индицирующий разряд батареи, то необходимо произвести замену элемента питания.

Задание 1

Исследование естественного освещения

Получить у преподавателя задание, разместить люксметр на рабочей поверхности и провести замеры. Результаты замеров занести в табл. 5.3.

Порядок проведения измерения и обработки результатов

1. Замерить в аудитории через каждый метр, начиная от окна, величину $E_{вн}$, лк.

2. Рассчитать величину коэффициента естественного освещения в каждой точке замера, %

$$l = \frac{E_{вн}}{E_{нар}} \cdot 100, \%, \quad (5.9)$$

где l – расчетное значение коэффициента естественного освещения, %;

$E_{вн}$ – внутренняя освещенность в помещении, лк;

$E_{нар}$ – наружная горизонтальная освещенность, лк (табл. 5.4).

Таблица 5.3

Результаты исследования естественного освещения лаборатории

Место и время замера освещенности	Расстояние от окна, L , м	Замеренная освещенность $E_{\text{изм}}$, лк	Расчетный коэффициент естественного освещения, I , %	Нормируемый КЕО, I_N , %

Таблица 5.4

Средняя освещенность вне помещений в г. Иркутске (клк)

Время дня	Месяцы года								
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
9	0,1	10,2	15,8	20,7	20,4	12,8	11,3	8,1	5,3
12	11	14,9	19,7	24,6	25,1	15,4	14,1	11,6	9,2
15	–	7,2	11,9	15,5	18,8	10,3	6,3	–	–
18	–	–	–	–	4,9	–	–	–	–

3. Рассчитать по формуле (5.8) величину нормируемого коэффициента естественного освещения, КЕО, %.

4. Сравнить по данным табл. 5.6 фактические значения КЕО с нормируемым.

5. Построить кривую измерения КЕО в зависимости от расстояния от окна (в координатах КЕО – L). Нанести на график нормируемое значение КЕО.

6. Сделать вывод о допустимости проведения работы в аудитории при наличии только естественного освещения.

Задание 2**Исследование искусственного освещения на рабочих местах***Порядок проведения измерения и обработки результатов*

Задание выполняется в темное время суток в аудитории, днем в коридоре корпуса Ж. При выполнении замеров необходимо убедиться в наличии в исследуемом помещении *только* искусственного освещения. Величина освещенности E , лк (при выполнении работ в аудитории) замеряется на поверхности рабочих столов и поверхности доски. При замерах в коридоре величина освещенности E , лк, замеряется на полу коридора. Результаты замеров необходимо занести в табл. 5.5.

Таблица 5.5

Результаты замеров искусственного освещения

Место замера	Характеристика источника	Высота подвеса светильника h ,	Замеренная освещенность,	Нормируемое зна-

	освещения	м	E , лк	чение освещенности, E_n , лк

1. Нормируемое значение освещенности для заданного разряда зрительной работы выбирается по табл. 5.6.

2. Сравнить фактически установленную освещенность с нормируемым значением для заданного разряда зрительной работы.

3. Сделать вывод о допустимости проведения работ заданной точности в исследуемом помещении при существующем в нем искусственном освещении.

Таблица 5.6

Требования к освещению рабочих мест в зависимости от характеристики зрительной работы (СанПин 1.2.3685-21)

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение		
						освещенность, лк		при системе общего освещения	сочетание нормируемых величин показателя дискомфорта UGR и коэффициента пульсации		КЕО, %				
						при системе комбинированного освещения	в т.ч. от общего		UGR, не более	КП, %, не более	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	
															всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Наивысшей точности	менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000	500	–	22	10	–	–	–	–	
				4500	500	–	19	10							
			б	Малый	Средний	4000	400	1250	22	10	–	–	–	–	–
				Средний	Темный										
				Малый	Средний	3500	400	1000	19	10					
				Средний	Темный										
			в	Малый	Светлый	2500	300	750	22	10	–	–	6,0	2,0	
				Средний	Средний										
				Большой	Темный	2000	200	600	19	10					
				Малый	Светлый										
				Средний	Средний	1500	200	400	22	10					
				Большой	Светлый										
			г	Большой	Средний	1250	200	300	19	10	–	–	–	–	
				Средний	Светлый										
				Большой	Светлый	2000	200	300	19	10					
				Большой	Средний										
Очень высокой точности	от 0,15 до 0,30	II	а	Малый	Темный	4000	400	–	22	10	–	–	4,2	1,5	
				3500	400	–	19	10							
			б	Малый	Средний	3000	300	750	22	10	–	–	–	–	
				Средний	Темный										
				Малый	Средний	2500	300	600	19	10					
				Средний	Темный										
			в	Малый	Светлый	2000	200	300	19	10	–	–	–	–	
				Средний	Средний										

1	2	3	4	Большой	Темный	7	8	9	10	11	12	Продолжение табл. 5.6																		
				5	6							13	14	15																
				Малый	Светлый	1500	200	400	19	10																				
				Средний	Средний																									
				Большой	Темный																									
				Средний	Светлый																									
			г	Большой	Светлый	1000	200	300	22	10																				
				Большой	Средний																									
				Средний	Светлый																									
				Большой	Светлый																									
				Большой	Светлый	750	200	200	19	10																				
				Большой	Средний																									
				Малый	Темный																2000 1500	200 200	500 400	25 22	15 15					
				Средний	Средний																									
б				Малый	Средний	1000	200	300	25	15																				
				Средний	Темный																									
				Малый	Средний														750	200	200	22	15							
				Средний	Темный																									
в				Малый	Светлый	750	200	300	25	15																				
				Средний	Средний																									
				Большой	Темный														600	200	200	22	15							
				Малый	Светлый																									
г				Средний	Средний	400	200	200	25	15																				
				Большой	Светлый																									
				Большой	Средний																									
				Малый	Темный														750	200	300	25	20							
Средний	Темный																													
б				Малый	Светлый	400	200	300	25	20																				
				Средний	Средний																									
				Большой	Темный														500	200	200	25	20							
				Средний	Темный																									
в				Малый	Светлый	400	200	200	25	20																				
				Средний	Средний																									
				Большой	Темный														400	200	200	25	20							
				Средний	Светлый																									
г				Большой	Светлый	-	-	200	25	20																				
				Большой	Светлый																									
				Большой	Средний																									
				Малый	Темный														400	200	300	25	20							
Средний	Средний																													
б				Малый	Средний	-	-	200	25	20																				
				Средний	Темный																									
				Малый	Светлый														-	0	25	20								
				Средний	Средний																									
в				Малый	Светлый	-	0	25	20																					
				Средний	Средний																									
				Малый	Светлый														-	0	25	20								
				Средний	Средний																									

		Большой		Темный													<i>Окончание табл. 5.6</i>												
<i>1</i>		<i>2</i>		<i>3</i>		<i>4</i>		<i>5</i>		<i>6</i>		<i>7</i>		<i>8</i>		<i>9</i>		<i>10</i>		<i>11</i>		<i>12</i>		<i>13</i>		<i>14</i>		<i>15</i>	
						г		Средний		Светлый		-		-		200		25		20									
								Большой		Светлый																			
								Большой		Средний																			
Грубая (очень малой точности)		более 5		VI				Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном				-		-		200		25		20		3,0		1,0		1,8		0,6	
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах		более 0,5		VII				То же				-		-		200		25		20		3,0		1,0		1,8		0,6	
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное						а						-		-		200		28		20		3,0		1,0		1,8		0,6	
периодическое при постоянном пребывании людей в помещении				VIII		б		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном				-		-		75		28		-		1,0		0,3		0,7		0,2	
то же, при временном						в						-		-		50		-		-		0,7		0,2		0,5		0,2	
общее наблюдение за инженерными коммуникациями						г						-		-		20		-		-		0,3		0,1		0,2		0,1	
<i>Примечания:</i>																													
1. Освещенность следует принимать с учетом 7.2.2 и 7.2.3 СП 52.13330.2016.																													
2. 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. При увеличении этого расстояния разряд зрительной работы следует устанавливать в соответствии с прил. А СП 52.13330.2016. Для протяженных объектов различения при определении нормы освещенности принимается эквивалентный размер по прил. Б СП 52.13330.2016.																													
3. Освещенность при работах со светящимися объектами размером 0,5 мм и менее следует выбирать в соответствии с размером объекта различения и относить их к под-разряду «в».																													
4. Коэффициент пульсации Кп указан в графе «Кп, %, не более» для системы общего освещения или для светильников местного освещения при системе комбинированного освещения. Кп от общего освещения в системе комбинированного не должен превышать 20 %.																													
5. Предусматривать систему общего освещения для разрядов I–III, IVa, IVb, Va разрешается только при технической невозможности применения системы комбинированного освещения.																													
6. В районах с температурой наиболее холодной пятидневки по СП 131.13330.2012 минус 28 °С и ниже нормированные значения КЕО при совмещенном освещении следует принимать по табл. 6.1 СП 52.13330.2016.																													
7. В помещениях, специально предназначенных для работы или производственного обучения подростков, нормированное значение КЕО повышается на один разряд, но должно быть не менее 1,0 %.																													

Задание 3

Расчет естественного освещения

По согласованию с преподавателем при недостаточности естественного освещения в аудитории необходимо произвести расчет площади световых проемов.

Расчет произвести по приведенной ниже методике:

1. При боковом освещении по формуле:

$$S_0 = \frac{l_N \cdot K_3 \cdot \eta_0 \cdot K_{зд} \cdot S_n}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_1} \quad (5.10)$$

2. При верхнем освещении по формуле:

$$S_\phi = \frac{l_N \cdot K_3 \cdot \eta_\phi \cdot S_n}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_2 \cdot K_\phi} \quad (5.11)$$

где S_0 – площадь световых проемов (в свету) при боковом освещении;

S_n – площадь пола помещения;

l_N – нормированное значение КЕО [6];

K_3 – коэффициент запаса, принимаемый по табл. 5.7;

η_0 – световая характеристика окон, определяемая по табл. 5.8;

$K_{зд}$ – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями, определяемый по табл. 5.9;

τ_0 – общий коэффициент светопропускания, определяемый по формуле:

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5 \quad (5.12)$$

где τ_1 – коэффициент светопропускания материала, определяемый по табл. 5.10;

τ_2 – коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема, определяемый по табл. 5.10;

τ_3 – коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, определяемый по табл. 5.10 (при боковом освещении $\tau_3 = 1$);

τ_4 – коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, определяемый в соответствии с табл. 5.11;

τ_5 – коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями, принимаемый равным 0,9;

r_1 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию, принимаемый по табл. 5.12;

S_ϕ – площадь световых проемов (в свету) при верхнем освещении;

η_ϕ – световая характеристика фонаря или светового проема в плоскости покрытия, определяемая по табл. 5.13 и 5.14;

r_2 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при верхнем освещении, благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения, принимаемый по табл. 5.15;

K_ϕ – коэффициент, учитывающий тип фонаря, определяемый по табл. 5.16.

Таблица 5.7

Значения коэффициента запаса K_3

Производственное помещение с содержанием пыли, дыма, копоти	Коэффициент запаса K_3		
	при естественном освещении	при искусственном освещении	
		газоразрядными	лампами накаливания
от 1 до 5 мл/м ³	1,4	1,8	1,6
менее 1 мл/м ³	1,3	1,5	1,4

Таблица 5.8

Значения световой характеристики η_0 окон при боковом освещении

Отношение длины помещения l_n к его глубине B	Значение световой характеристики η_0 при отношении глубины помещения B к его высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна h_1							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 и более	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1	11	15	16	18	21	23	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	–

Таблица 5.9

Значения коэффициента $K_{зд}$, учитывающего затенение окон противостоящими зданиями в зависимости от отношения расстояния между рассматриваемым и противостоящим зданием P к высоте расположения карниза противостоящего здания над подоконником рассматриваемого окна $H_{зд}$

$P/H_{зд}$	$K_{зд}$
0,5	1,7
1	1,4
1,5	1,2
2	1,1
3 и более	1

Таблица 5.10

Значения коэффициентов τ_1 , τ_2 и τ_3

Вид светопропускающего материала
Значения

 τ_1

Вид переплета

Значения τ_2
Несущие

**конструкции
покрытий
Значения**

τ_3
1
2
3
4
5
6

Стекло оконное листовое:

Переплеты для окон и фонарей промышленных зданий:

Стальные фермы

Железобетонные и деревянные фермы и арки

	0,9
одинарное	0,9
	0,8
двойное	0,8

Балки и рамы сплошные при высоте сечения:

тройное	0,75
---------	------

Окончание табл. 5.10

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Стекло витринное толщиной 6–8 мм	0,8	а) деревянные одинарные	0,75	50 см и более менее 50 см	0,8
Стекло листовое армированное	0,6	спаренные двойные раздельные	0,7 0,6		0,9
Стекло листовое узорчатое	0,65	б) стальные:			
Стекло листовое со специальными свойствами:		одинарные открывающиеся	0,75		
солнцезащитное	0,65	одинарные глухие	0,9		
контрастное	0,75	двойные открывающиеся	0,6		
Органическое		двойные глухие	0,8		
		Переплеты для окон жилых, общественных и вспомогательных зданий:			

стекло:		а) деревянные:		
прозрачное	0,9	одинарные		
молочное	0,6	спаренные		
Пустотелые		двойные раздельные		
стеклянные блоки:		с тройным остеклением		
светорассеивающие	0,5	б) металлические:		
светопрозрачные	0,55	одинарные		
Стеклопакеты	0,8	спаренные		
		двойные раздельные		
		с тройным остеклением		
		Стекложелезобетонные панели		
		с пустотелыми стеклянными		
		блоками при толщине шва:		
		20 мм и менее		
		более 20 мм		

Примечание: Значения коэффициентов τ_1 и τ_2 для профильного стекла и конструкций из него следует принимать в соответствии с Указаниями по проектированию, монтажу и эксплуатации конструкций из профильного стекла.

Таблица 5.11

Значения коэффициента τ_4

Солнцезащитные устройства, изделия и материалы	Коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, τ_4
1. Убирающиеся регулируемые жалюзи и шторы (межстекольные, внутренние, наружные)	1
2. Стационарные жалюзи и экраны с защитным углом не более 45° при расположении пластин жалюзи или экранов под углом 90° к плоскости окна:	
горизонтальные	0,65
вертикальные	0,75
3. Горизонтальные козырьки:	
с защитным углом не более 30°	0,8
с защитным углом от 15 до 45° (многоступенчатые)	0,9–0,6

Таблица 5.12

Значения коэффициента r_1

Отношение глубины помещения В к высоте от уровня условной рабочей поверхности до h_1 верха окна	Отношение расстояния l расчетной точки от наружной стены к глубине помещения В	Значения r_1 при боковом освещении									Значения r_1 при боковом двустороннем освещении								
		Средневзвешенный коэффициент отражения ρ_{cp} потолка, стен и пола																	
		0,5			0,4			0,3			0,5			0,4			0,3		
		Отношение длины помещения l_n к его глубине																	
		0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более
От 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,2	1,1	1,1	1,35	1,25	1,15	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	1	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2	1,6	1,4	1,25	1,45	1,3	1,15	1,25	1,15	1,1
Более 1,5 до 2,5	0	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1	1,8	1,45	1,25	1,4	1,25	1,15	1,25	1,15	1,1
	0,7	2,25	2	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2	2,1	1,75	1,5	1,75	1,45	1,2	1,3	1,25	1,2
1	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5	2,35	2	1,6	1,9	1,6	1,5	1,5	1,35	1,2	
Более 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,2	1,15	1,1	1,05	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,15	1,1	1,05	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,4	1,35	1,25	1,2	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,35	1,2	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1	1,5	1,4	1,25	1,3	1,2	1,15	1,2	1,1	1,1
	0,6	2	1,75	1,45	1,6	1,45	1,3	1,4	1,3	1,2	1,8	1,6	1,35	1,5	1,35	1,2	1,35	1,25	1,15
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3	2,25	1,9	1,45	1,7	1,5	1,25	1,5	1,4	1,2
	0,8	3,6	3,1	2,4	2,4	2,2	1,55	1,9	1,7	1,4	2,8	2,4	1,9	1,9	1,6	1,3	1,65	1,5	1,25
	0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5	3,65	2,9	2,6	2,2	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3
	1	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7	4,45	3,35	2,65	2,4	2,1	1,6	2	1,7	1,4
Более 3,5	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2	2,35	2	1,75	1,6	1,4	1,3	1,35	1,25	1,15
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3	3,25	2,8	2,4	1,9	1,7	1,45	1,65	1,5	1,3
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5	4,2	3,5	2,85	2,25	2	1,7	1,95	1,7	1,4
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7	5,1	4	3,2	2,55	2,3	1,85	2,1	1,8	1,5
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9	5,8	4,5	3,6	2,8	2,4	1,95	2,25	2	1,6
	0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1	6,2	4,9	3,9	3,4	2,8	2,3	2,45	2,1	1,7
	1	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5	6,3	5	4	3,5	2,9	2,4	2,6	2,25	1,9

Значения световой характеристики фонарей (прямоугольных, трапециевидных и шед) η_f

Тип фонарей

Количество пролетов

Значения световой характеристики фонарей

Отношение длины помещения l_n к ширине пролета l_1

от 1 до 2

от 2 до 4

более 4

Отношение высоты помещения H к ширине пролета l_1

от 0,2 до 0,4

от 0,4 до 0,7

от 0,7 до 1

от 0,2 до 0,4

от 0,4 до 0,7

от 0,7 до 1

от 0,2 до 0,4

от 0,4 до 0,7

от 0,7 до 1

С вертикальным двусторонним остеклением (прямоугольные, М-образные)

Один

Два

Три и более

5,8

5,2
4,8
9,4
7,5
6,7
16
12,8
11,4
4,6
4
3,8
6,8
5,1
4,5
10,5
7,8
6,9
4,4
3,7
3,4
6,4
6,4
4
9,1
6,5
5,6

С наклонным двусторонним остеклением

Один

Два

Три и более

3,5

3,2

3

5,2

4,4
4
6,2
5,3
4,7
2,8
2,5
2,35
3,8
3
2,7
4,7
4,1
3,7
2,7
2,3
2,1
3,6
2,7
2,4
4,1
3,4
3

С вертикальным односторонним остеклением (шеды)

Один
Два
Три и более
6,4
6,1
5
10,5
8
6,5
15,2

11
8,2
5,1
4,7
4
7,6
5,5
4,3
10
6,6
5
4,9
4,35
3,6
7,1
5
3,8
8,5
5,5
4,1

С наклонным односторонним остеклением (шеды)

Один
Два
Три и более
3,8
3
2,7
4,55
4,3
3,7
6,8
5,7
5,1
2,9

2,3
2,2
3,4
2,9
2,5
4,5
3,5
3,1
2,5
2,15
2
3,2
2,65
2,25
3,9
2,9
2,5

Таблица 5.14

**Значения световой характеристики η_{ϕ} световых проемов
в плоскости покрытия при верхнем освещении**

Схемы фонарей	Отношение площади выходного отверстия S_2 к сумме площадей входного отверстия S_1 и боковой поверхности проема S_b	Индекс помещения i									
		0,5	0,7	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5
	0,05	25	19	16	14,3	13,3	12	11,5	11	10,5	10
	0,1	13	10,3	8,5	7,7	7	6,3	6	5,8	5,5	5,4
	0,2	7	5,6	4,6	4,2	3,8	3,4	3,3	3,1	3	2,9
	0,3	5	4	3,3	2,9	2,7	2,4	2,3	2,2	2,1	2
	0,4	4,2	3,3	2,7	2,4	2,2	2	1,9	1,85	1,8	1,7
	0,5	3,7	2,9	2,4	2,1	2	1,8	1,7	1,6	1,55	1,5
	0,6	3,3	2,6	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,45	1,4	1,3
	0,7	3,1	2,4	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,35	1,3	1,25
	0,8	2,9	2,3	1,9	1,7	1,55	1,4	1,35	1,3	1,2	1,2
0,9	2,8	2,2	1,8	1,6	1,5	1,35	1,3	1,25	1,2	1,15	

Индекс помещения определяется по следующей формуле

$$i = \frac{l_{\Pi}}{H(l_{\Pi} + b)}, \quad (5.13)$$

где l_{Π} – длина помещения вдоль оси пролетов;

b – ширина помещения;

H – высота покрытия над условной рабочей поверхностью.

Таблица 5.15

Значения коэффициента r_2

Отношение высоты помещения, принимаемой от условной рабочей поверхности до нижней грани остекления H_{ϕ} к ширине пролета l_1	Значения коэффициента r_2								
	Средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен и пола								
	$\rho_{\text{ср}} = 0,5$			$\rho_{\text{ср}} = 0,4$			$\rho_{\text{ср}} = 0,3$		
	Количество пролетов								
	1	2	3 и более	1	2	3 и более	1	2	3 и более
2	1,7	1,5	1,15	1,6	1,4	1,1	1,4	1,1	1,05
1	1,5	1,4	1,15	1,4	1,3	1,1	1,3	1,1	1,05
0,75	1,45	1,35	1,15	1,35	1,25	1,1	1,25	1,1	1,05
0,5	1,4	1,3	1,15	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,05
0,25	1,35	1,25	1,15	1,25	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05

Значения коэффициента K_{ϕ}

Тип фонаря	Значения коэффициента K_{ϕ}
Световые проемы в плоскости покрытия, ленточные	1
Световые проемы в плоскости покрытия, штучные	1,1
Фонари с наклонным двусторонним остеклением (трапециевидные)	1,15
Фонари с вертикальным двусторонним остеклением (прямоугольные)	1,2
Фонари с односторонним наклонным остеклением (шеды)	1,3
Фонари с односторонним вертикальным остеклением (шеды)	1,4

По результатам расчета, сделать вывод о необходимой площади световых проемов для рассматриваемого помещения.

Задание 4**Расчет искусственного освещения**

Расчет проводится методом определения светового потока в соответствии со Справочником (Справочная книга для проектирования электрического освещения / под ред. Г.М. Кнорринга. – Л.: Энергия, 1976. – 386 с.). Алгоритм расчета включает следующие этапы:

1. Выбрать по СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» нормируемое значение искусственной освещенности (E_n).

2. Найти площадь помещения по формуле

$$S=A \cdot B, \text{ м}^2 \quad (5.14)$$

где A – длина помещения;

B – ширина помещения.

3. Рассчитать высоту подвеса светильника

$$H_p=H-(h_c+h_p), \text{ м} \quad (5.15)$$

где H_p – высота подвеса светильника, м;

H – высота помещения, м;

h_c – расстояние от светильника до точки подвеса, м;

h_p – высота рабочей поверхности (от пола до стола), м.

4. Определить индекс помещения:

$$i=\frac{A \cdot B}{H_p(A+B)}, \quad (5.16)$$

5. Определить расстояние между рядами светильников L по формуле

$$L=\lambda H_p, \quad (5.17)$$

где λ – косинусная кривая, принимается по табл. 4-16, стр. 123 Справочника ($\lambda = 1,5$).

6. Определить расстояние между светильниками и стеной используя одну из следующих формул:

а) $l=0,3 \cdot L$ – при наличии рабочих мест около стен;

б) $l=0,5 \cdot L$ – при отсутствии рабочих мест около стен.

7. Определить число светильников по длине помещения.

$$n_1 = \frac{A - 2 \cdot l}{L} + 1 \quad (5.18)$$

8. Определить число светильников по ширине помещения.

$$n_2 = \frac{B - 2 \cdot l}{L} + 1 \quad (5.19)$$

9. Выбрать тип светильника по Справочнику, стр. 32.

- светильники с лампами накаливания для общественных зданий, по табл. 3-6, стр. 51.

- светильники с люминесцентными лампами для общественных зданий по табл. 3-11, стр. 66.

10. Принять приблизительные значения коэффициентов отражения от стен и потолка по табл. 5-5, стр. 126 Справочника.

$$\rho_{\text{ст}} = 70 \%, \rho_{\text{пот}} = 50 \%, \rho_{\text{пола}} = 30 \%$$

11. Определить коэффициент использования светового потока (η), в зависимости от типа светильника, стр. 128 Справочника.

12. Определить требуемый световой поток лампы

$$F_{\text{л}} = \frac{E_n \cdot S \cdot Z \cdot K_3}{N \cdot \eta}, \quad (5.20)$$

где S – площадь пола помещения, м^2 ;

E_n – нормируемое значение освещенности, лк;

K_3 – коэффициент запаса (табл. 5.7);

Z – коэффициент неравномерности освещения, принимаемый для светодиодных ламп, ламп накаливания и ДРЛ – 1,15; для люминесцентных ламп – 1,1;

N – общее количество светильников, определяемое по выражению $N=n_1 \cdot n_2$;

η – коэффициент использования светового потока, определяемый в зависимости от коэффициентов отражения внутренних поверхностей помещения, индекса помещения и модели светильника (табл. 5-3–5-19 Справочника).

13. Выбрать стандартную лампу, имеющее близкое значение стандартного светового потока ($F_{\text{л}}^{\text{см}}$) к требуемому ($F_{\text{л}}$):

а) для люминесцентных ламп по табл. 2-12, стр. 23 Справочника;

б) для ламп накаливания по табл. 2-2, стр. 12 Справочника, в зависимости от напряжения и мощности лампы.

14. Уточнить расстояние между светильниками и нарисовать схему размещения светильника.

15. Определить на сколько % отличаются световые потоки расчетной и стандартной ламп. Отклонение не должно превышать $\pm 10\%$.

$$\frac{F_l - F_l^{cm}}{F_l} \cdot 100\% \leq 10\% \quad (5.21)$$

16. Определить общую потребляемую мощность всеми светильниками, Вт

$$P_{осв} = N \cdot b \cdot c, \quad (5.22)$$

где N – общее количество светильников, шт.;

b – мощность однотипных ламп, Вт;

c – количество ламп в светильнике.

Сделать вывод о параметрах системы искусственного освещения.

Содержание отчета

Отчет должен содержать: цели и задачи работы, принципы устройства прибора, таблицы с результатами замеров, расчеты, выводы о соответствии нормативным значениям измеренной освещенности рабочего места.

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое освещенность и какими единицами она измеряется?
2. Какими величинами нормируется естественное освещение.
3. Как определяется коэффициент естественного освещения?
4. Как определить нормируемое значение коэффициента естественного освещения?
5. Какой величиной нормируется искусственное освещение?
6. Какими приборами измеряется освещенность?
7. Из каких частей состоит люксметр. Принципы его работы.
8. Когда освещение называют совмещенным?
9. Когда освещение называют комбинированным при естественном освещении?
10. Когда освещение называют комбинированным при искусственном освещении?
11. Как определить требуемую площадь световых проемов?

Лабораторная работа 6

Исследование шума на рабочем месте

Цель работы: ознакомиться с общими сведениями о шуме и различными способами снижения уровня его на рабочем месте, выполнить измерения уровня шума и оценить соответствие условий труда нормативным требованиям.

Теоретические положения

Слуховой аппарат человека постоянно воспринимает звуки. Одни звуки вызывают положительные эмоции (музыка, шум волны, шелест деревьев), другие – действуют отрицательно. Особенно много неприятных звуков связано с производственной деятельностью.

Шум – это беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты.

Источниками шума являются многочисленные машины, механизмы, транспорт, многие технологические процессы.

При длительной работе в шумных цехах у работающих происходит изменение слуха, развивается тугоухость. Признаком тугоухости является плохая слышимость разговора шепотом, состоящего из высоких тонов. *Потеря слуха* нередко сопровождается звоном или писком в ушах, из-за чего наступает бессонница. При дальнейшей потере слуха пострадавший начинает плохо слышать собственный голос.

Шум действует на центральную нервную систему, нарушает нормальную деятельность всего организма: ухудшает зрение, вызывает головные боли, изменяет ритм дыхания и сердечной деятельности, повышает кровяное и внутричерепное давление, нарушает пищеварение, изменяет объемы внутренних органов. Действуя на психику, шум повышает утомляемость, ослабляет внимание, память. Замедляет реакции, восприятие предупредительных и аварийных сигналов.

Шум представляет собой сочетание звуков различной интенсивности и частоты в частотном диапазоне 20–20 000 Гц, не несущих полезной информации. В каждой точке пространства, в которой распространяются звуковые волны, давление и скорость движения частиц в воздухе изменяются во времени.

Разность между мгновенным значением полного давления и средним давлением для невозмущенной среды называется *звуковым давлением* P , Па.

Интенсивность звука – I , Вт/м², т. е. количество звуковой энергии, проходящей в единицу времени через единицу поверхности, перпендикулярной к направлению распространения звуковой волны, связана со звуковым давлением зависимостью,

$$I = P^2 / \rho \cdot c, \quad (6.1)$$

где ρ – плотность среды;

c – скорость звука в среде.

Интенсивность звука и звуковое давление принято выражать в относительных единицах, называемых соответственно *уровнем интенсивности звука* и

уровнем звукового давления. Размерность относительных единиц- децибел (дБ). Уровень звукового давления численно равен уровню интенсивности:

$$L_j = 10 \lg I_1 / I_0, \quad (6.2)$$

$$L_p = 10 \lg P_1 / P_0, \quad (6.3)$$

где I_0 , P_0 – соответственно минимальные (пороговые) значения интенсивности звука и звукового давления частотой 1000 Гц, воспринимаемые человеком.

$$I_0 = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2; P_0 = 2 \cdot 10^5, \text{ Па}$$

Максимальные значения уровней (*порог* болевого ощущения) составляют 140 дБ или соответственно:

$$I_0 = 10^2 \text{ Вт/м}^2; P_0 = 2 \cdot 10^2, \text{ Па}$$

Производительный шум может быть представлен в виде сочетания гармонических колебаний различной частоты и интенсивности. Распределение энергии звуковых колебаний по диапазону частот – спектр шума – принято оценивать по значениям уровней интенсивности в *октавных* или *третьоктавных* полосах частот. Под *октавой* понимается полоса частот, в которой верхняя граничная f_b в два раза больше нижней граничной частоты f_n . Для удобства каждую октавную полосу обозначают одной величиной среднегеометрической частотой

$$f = \sqrt{f_b \cdot f_n} = 1,41 f_n \quad (6.4)$$

При одновременной работе N источников шума с различными уровнями интенсивности звука L_j суммарный уровень L_Σ определяется согласно принципу энергетического суммирования по формуле

$$L_\Sigma = 10 \lg N \cdot 10^{0,1 L_i} \quad (6.5)$$

Если источники шума имеют одинаковые уровни интенсивности, то эта формула приводится к виду

$$L_\Sigma = L + 10 \lg N \quad (6.6)$$

На основе принципа энергетического суммирования возможна интегральная оценка шума во всем диапазоне звуковых частот. Такую оценку проводят с помощью скорректированной частотной характеристики, обозначаемой буквой «А» на шумомере. Уровень звука измеряют в децибелах с обязательным указанием индекса «А». Он связан с уровнем звукового давления в октавных полосах частотной формулой:

$$L_A = 10 \lg [10^{0,1(L_j - A_j)}] \quad (6.7)$$

где A_j – корректирующая поправка для j -той полосы, j -номер октавной полосы. Значения ΔA_j , дБ, приведены в табл. 6.1.

Кроме скорректированной частотной характеристики «А» применяются также скорректированные частотные характеристики «В» и «С». Применение скорректированных частотных характеристик позволяет оценить степень опасности шума для людей.

Таблица 6.1

Значения ΔA_j , дБ

Номер октавной полосы	1	2	3	4	5	6	7	8
Среднегеометрическая частота	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Корректирующая поправка	+26	+16	+9	+3	0	-1	-1	+1

Нормирование допустимого для человека шума ведется на основе СП 51.13330.2011 и СанПиН 1.2.3685-21 в зависимости от спектра шума, характера его изменения во времени, вида производственной деятельности человека и т. д.

По характеру спектра шум подразделяется на:

- *широкополосный* с непрерывным спектром шириной не более одной октавы;
- *тональный*, в спектре которого имеются выраженные дискретные тона; шум может считаться тональным, если его уровень в некоторой октавной полосе частот превышает уровень в соседних октавных полосах на 10 дБ и более.

По изменению во времени шумы разделяют на:

- *постоянные*, уровень звука которых за рабочую смену изменяется не более чем на 5 дБА при измерении на временной характеристике «медленно» шумомера;
- *непостоянные*, т. е. выходящие за границы указанных значений.

Непостоянные шумы делятся на:

- *колеблющиеся* во времени, уровень звука которых непрерывно изменяется во времени на 5 дБА и более при измерениях на временной характеристике «медленно»;
- *прерывистые*, уровень звука которых резко изменяется, причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет не менее 1 с;
- *импульсные*, состоящие из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с, а уровни звука, измеренные в децибелах при временных характеристиках «импульс» и «медленно» шумомера отличаются более, чем на 7 дБ.

По происхождению различают:

- *механический шум*, возникающий вследствие вибрации поверхностей машин и оборудования, а также одиночных или периодических ударов в сочленениях деталей, сборочных единиц или конструкций в целом;

- *аэродинамический шум*, возникающий вследствие стационарных или нестационарных процессов в газах (истечение сжатого воздуха или газа из отверстий; пульсация давления при движении потоков воздуха или газа в трубах или при движении в воздухе тел с большими скоростями, горении жидкого или распыленного топлива в форсунках);

- *гидродинамический шум*, возникающий вследствие стационарных или нестационарных процессов в жидкостях (гидравлические удары, турбулентность потока, кавитация и т. д.);

- *электромагнитный шум*, возникающий вследствие колебаний элементов электромеханических устройств под влиянием переменных магнитных сил (колебания статора и ротора электрических машин, сердечника трансформатора и др.);

- *воздушный шум*, распространяющийся в воздушной среде от источника возникновения до места наблюдения;

- *структурный шум*, излучаемый поверхностями колеблющихся конструкций стен, перекрытий, перегородок зданий в звуковом диапазоне частот.

Характеристикой постоянного шума, позволяющей произвести его санитарно-гигиеническую оценку, являются уровни звукового давления L_p , дБ, измеренные в октавных полосах звука L_a , дБ, на временной характеристике «медленно» шумомера.

Характеристикой любого непостоянного шума является интегральный или эквивалентный по энергии уровень звука. Эквивалентный по энергии уровень звука $L_{aэ}$, дБА (или уровень звукового давления в октавной полосе частот $L_{jэ}$, дБ) численно равен уровню постоянного широкополосного шума, который оказывает на человека разное (эквивалентное) действие. Расчет эквивалентного уровня звука производят по формуле:

$$L_{aэ} = 10 \lg \sum_{i=1}^k n_i \cdot 10^{0,1L_{ai}} - 10 \lg N, \quad (6.8)$$

где n_i – число отсчетов значения уровня звука в интервале;

L_{ai} – среднее значение уровня звукового интервала, дБ;

$Nэ$ – общее число отсчетов;

k – число интервалов.

Метод расчета эквивалентного уровня звука основан на использовании поправок на время действия каждого уровня звука. Он применим в тех случаях, когда имеются данные об уровнях и продолжительности воздействия шума на рабочем месте, в рабочей зоне или различных помещениях.

Расчет производится следующим образом. К каждому измеренному уровню звука добавляется (с учетом знака) поправка, соответствующая его времени действия (в часах или % от общего времени действия). Затем полученные уровни звука суммируются.

Гигиеническое нормирование шума основано на задании предельно допустимых уровней звукового давления в октавных полосах частот (предельных

спектров) в дБА, эквивалентного уровня звука (80 дБА), максимальный уровень звука с временными коррекциями S и I (115 дБА и 127 дБА), и пиковый скорректированным по C уровнем звука (137 дБС). Предельные спектры обозначают сокращением ПС с цифровым индексом, соответствующим уровню звукового давления в децибелах в октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц, через который проходит данный спектр. Так, например, ПС-80 обозначает предельный спектр, проходящий на частоте 1000 Гц через 80 дБ.

Нормы допустимого шума на рабочих местах регламентированы СанПиН 1.2.3685-21. Градация условий труда при воздействии шума на работающих, в зависимости от величины превышения действующих нормативов, указанных в СанПиН 1.2.3685-21. При соответствии фактического эквивалентного уровня звука ПДУ условия труда относят к допустимому классу, и подтверждается безопасность продолжения работы в тех же условиях. Если фактический эквивалентный уровень звука превышает установленные нормируемые значения, тогда величина превышения в дБА будет указывать на класс вредности условий труда по этому фактору. Процедура присвоения классов условий труда по шумовому фактору закреплено Методикой проведения специальной оценки условий труда, утвержденной приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. № 33н.

В научно-технической документации на машины должны быть указаны предельно допустимые значения шумовых характеристик (ПДШХ).

Шумовая характеристика машины – это технический показатель машины при строго регламентированных режимах ее работы в условиях испытаний. Основной шумовой характеристикой машины в соответствии с ГОСТ 12.1.003-2014 являются уровни звуковой мощности L_{pj} в октавных полосах частот или скорректированный уровень звуковой мощности:

$$L_{pa} = 10 \lg \sum_{i=1}^8 10^{0,1(L_{pi} - \Delta A_i)} \quad , \quad (6.9)$$

где n_i – корректирующая поправка, определяемая по табл. 6.1.

Предельно допустимые значения шумовых характеристик машин устанавливаются исходя из требований обеспечения на рабочих местах допустимых уровней шума в соответствии с СП 51.13330.2011 при учете одно-временной работы нескольких машин в помещении.

ПДШХ задают в виде спектра, представляющего собой совокупность предельно допустимых уровней звуковой мощности в октавных полосах частот, либо в виде предельно допустимого значения скорректированного уровня звуковой, мощности.

Значение ПДЖХ вычисляют по формуле:

$$L_{PH} = L_H + 10 \lg S/S_0 - \Delta Y \quad , \quad (6.10)$$

где L_H – предельно допустимый уровень звука или уровень звукового давления;

S – площадь измерительной поверхности в виде полусферы радиусом R , в центре которой находится источник шума;

$S_0 - 1 \text{ м}^2$;

ΔY – поправка на групповую установку машин в типовых условиях эксплуатации.

Методические указания по выполнению работы

Приборы и оборудование. Шумомер ОКТАВА-110А, лабораторный стенд с источником шума.

Измерение шума осуществляется при помощи шумомеров. Принцип работы шумомера состоит в том, что звуковые колебания, воспринимаемые пьезо-керамическим микрофоном, преобразуются в электронном блоке прибора и поступают на стрелочную шкалу, проградуированную в децибелах. Измерение спектров шума осуществляется при помощи встроенных или подключаемых к прибору измерительных октавных фильтров.

Для измерения уровней звука применяется цифровой прибор шумомер-анализатор спектра «ОКТАВА-110А». Диапазон измерений прибора в режиме «ЗВУК» с микрофоном соответствует 22–139 дБА в октавных полосах частот 31,5–16 000 Гц и в 1/3-октавных полосах частот 25–20 000 Гц (рис. 6.1).



Рис. 6.1. Измеритель шума ОКТАВА 110-А

Включение прибора осуществляется удержанием клавиши ВКЛ/ВЫКЛ в течение примерно 1 с. После включения на несколько секунд на индикаторе появится надпись «SELF TESTING».

Нажав клавишу МЕНЮ, перейдите в окно «ВЫБОР ПРИБОРА». Клавишами ↑↓ выберите режим измерения «ЗВУК», затем нажмите МЕНЮ и перейдите в окно «Настройка». После включения прибора необходимо выждать примерно 90 с, прежде чем запускать измерения.

Убедитесь, что в 6-й опции установлено правильное напряжение поляризации микрофона (200 В, пол. ВКЛ.).

Для выхода из меню «НАСТРОЙКА» нажмите клавишу МЕНЮ.

Прибор измеряет одновременно большое количество параметров звука. Поскольку их невозможно отобразить на экране одновременно, предусмотрена процедура последовательного перебора соответствующих величин.

Клавиши ↑↓ позволяют последовательно выделять необходимые параметры в этом окне, которые можно затем «перелистать» клавишами ↔.

Во второй строке находится временная характеристика детектора усреднения (SLOW- «медленно», S-MIN, S-MAX, FAST – «быстро», FMIN, F-MAX, I – «импульс», I-MAX, Leq – эквивалентный). Нажимайте клавишу ↑ до тех пор, пока не выделится название характеристики.

Теперь переключите характеристику клавишей →.

Чуть ниже крупными цифрами на экране выводится числовое значение скорректированного уровня звука.

Запуск измерения производится клавишей СТАРТ/СТОП. О том, что измерения производятся, пользователь видит по измерению длительности измерений в нижней строке. Повторное нажатие клавиши СТОП/СТАРТ останавливает процесс измерений без сброса данных и длительности измерений. Она может быть нажата как с состоянием СТАРТ, так и в состоянии СТОП.

При измерениях микрофон должен быть направлен на источник звука, шумомер располагается между источником звука и оператором на расстоянии не менее 50 см от оператора) на штативе или в вытянутой руке).

Чтобы выключить прибор, необходимо перейти в меню «ВЫБОР ПРИБОРА», удерживая клавишу ВЫКЛ в течении 1 с, далее повторно нажать клавишу ВЫКЛ.

Лабораторная установка (рис. 6.2) состоит из испытательной камеры, шумомера и источника шума. Испытательная камера имитирует производственное помещение (лабораторию) с шумным оборудованием и выполнена в виде полой камеры с открывающимися дверцами. Внутри камеры расположен источник шума и элементы крепления звукопоглощающих облицовок. В качестве источников шума используют низкочастотный генератор, звукоизлучатель динамического типа ЗДГ. Для измерения шума в боковой части камеры выполнено отверстие для установки микрофона шумомера.



Рис. 6.2. Лабораторная установка для исследования уровня шума
 Быстросъемный звукоизолирующий кожух, позволяющий изолировать источники шума от микрофона, выполнен из оргстекла толщиной $h = 6$ мм.

Задание 1

Измерение и оценка производственного шума

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с общими сведениями о шуме, изучить принципы нормирования.
2. Ознакомиться с принципом работы и порядком эксплуатации шумомера ОКТАВА-110А.
3. Подготовить к измерениям шумомер.
4. Получить у преподавателя сведения об источниках шума и продолжительности их воздействия.
5. В испытательной камере провести измерения уровней звука в дБА без звукоизолирующего кожуха.
 Для этого необходимо:
 - снять металлический звукоизолирующий кожух, отвинтив гайку;
 - включить (по заданию преподавателя) источник шума № 1 и измерить эквивалентный уровень звука L_1 , дБА;
 - повторить измерения для определения уровней звука L_2 , L_3 , L_4 оставшихся трех источников излучения шума соответственно № 2, № 3, № 4;
 - результаты измерений занести в табл. 6.2 в строку 1.
6. Установить в испытательную камеру звукоизолирующий кожух и закрепить его гайкой. Произвести измерения уровней звука в дБА со звукоизолирующим кожухом для источников № 1, 2, 3, 4. Результаты занести в табл. 6.2 в строку 2.
7. Установить в испытательную камеру звукоотражающую перегородку, выполненную из фанеры. Произвести измерения уровней звука в дБА со звукоотражающей перегородкой для источников № 1, 2, 3, 4. Результаты занести в табл. 6.2 в строку 3.

8. Установить в испытательную камеру звукоотражающую перегородку, выполненную из фанеры, покрытой звукопоглощающим материалом (поролоном). Произвести измерения уровней звука в дБА для источников № 1, 2, 3, 4. Результаты занести в табл. 6.2 в строку 4.

9. Полученные расчетные величины эквивалентных уровней звука сравнить с предельно-допустимыми уровнями звука (СанПиН 1.2.3685-21) и определить величину отклонения. Данные занести в табл. 6.2. Если эквивалентный уровень звука не превышает предельно-допустимый, то в графе «Величина превышения уровня звука» следует поставить прочерк.

11. Определить класс условий труда на данном рабочем месте (по табл. 6.3).

12. Сделать выводы о зависимости звукоизоляции от исследованных факторов и результатах оценки условий труда.

Таблица 6.2

Результаты измерения шума

№ строки	Условия измерения и наименование показателей	Номер источника шума				Предельно допустимый уровень звука, дБА	Величина превышения уровня звука, дБА
		1	2	3	4		
		Эквивалентный уровень звука, дБА	Эквивалентный уровень звука, дБА	Эквивалентный уровень звука, дБА	Эквивалентный уровень звука, дБА		
1	Без звукоизолирующего кожуха						
2	Со звукоизолирующим кожухом						
3	Со звукоотражающей перегородкой и кожухом						
4	Со звукоотражающей перегородкой покрытой звукопоглощающим материалом и кожухом						
5	Время воздействия, ч						

Таблица 6.3

Классы условий труда по уровню шумового воздействия

Наименование показателя, единица измерения	Класс (подкласс) условий труда					
	допустимый	вредный				опасный
		2	3.1	3.2	3.3	
Шум, эквивалентный уровень звука, дБА	≤ 80	> 80 – 85	> 85 – 95	> 95 – 105	> 105 – 115	> 115

Содержание отчета

Отчет должен содержать: цель и задачи работы, принцип действия и устройство измерителя шума, таблицу с результатами измерений, выводы и оценки звукозащитных материалов.

Контрольные вопросы и задания

1. Как действует шум на организм человека?
2. Какими параметрами характеризуется шум?
3. Как классифицируется шум?
4. Как нормируется шум?
5. Устройство и принцип работы измерителя шума?

Лабораторная работа 7

Оценка тяжести трудового процесса

Цель работы: ознакомиться с порядком проведения оценки условий труда по показателям тяжести трудового процесса.

Теоретические положения

Тяжесть труда – характеризует трудовой процесс, отражая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность.

Нормирование тяжести трудового процесса производят согласно Методики проведения специальной оценки условий труда, утвержденной приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. № 33н (прил. А). При нормировании тяжести трудового процесса (труда) учитывается пол человека и при оценки учитываются следующие показатели:

- физическая динамическая нагрузка;
- масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную;
- стереотипные рабочие движения;
- статическая нагрузка;
- рабочая поза;
- наклоны корпуса;
- перемещение в пространстве.

При выполнении работ, связанных с неравномерными физическими нагрузками в разные рабочие дни (смены), отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда по тяжести трудового процесса (за исключением массы поднимаемого и перемещаемого груза и наклонов корпуса тела работника) осуществляется по средним показателям за 2–3 рабочих дня (смены).

Физическая динамическая нагрузка

Физическая динамическая нагрузка выражается в единицах внешней механической работы за смену (кг·м). Динамическая работа – это процесс периодического сокращения и расслабления скелетных мышц, приводящий к перемещению груза, а также тела человека или его частей в пространстве. Физическая динамическая нагрузка подразделяется на региональную (с участием мышц рук и плечевого пояса) и общую (с участием мышц рук, корпуса и ног). Для подсчета физической динамической нагрузки определяется масса груза, перемещаемого вручную в каждой операции и путь его перемещения в метрах. Подсчитывается общее количество операций по переносу груза за смену и суммируется величина внешней механической работы за смену в целом. По величине внешней механической работы за смену, в зависимости от вида нагрузки (региональная или общая) и расстояния перемещения груза, определяют, к какому классу условий труда относится данная работа.

Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную

Переносимым грузом может быть не только деталь или изделие, но и любой предмет труда, в том числе рабочий инструмент. Для определения массы груза (поднимаемого или переносимого работником на протяжении смены, постоянно или при чередовании с другой работой) его взвешивают на товарных весах (массу груза можно также определить по документам.).

Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены

Для определения суммарной массы груза, перемещаемого в течение каждого часа смены, вес всех грузов за смену суммируется. Независимо от фактической длительности смены, суммарную массу груза за смену делят на 8, исходя из 8-часовой рабочей смены.

В случаях, когда перемещения груза вручную происходят как с рабочей поверхности, так и с пола, показатели следует суммировать и сопоставлять с показателем преимущественной нагрузки: если с рабочей поверхности перемещался больший груз, чем с пола, то полученную величину следует сопоставлять именно с этим показателем, а если наибольшее перемещение производилось с пола – то с показателем суммарной массы груза в час при перемещении с пола. Высотой расположения груза при подъеме следует считать: уровень пола – при высоте от 0 до 200 мм, уровень рабочей поверхности – при высоте от 200 до 1000 мм.

Стереотипные рабочие движения

Стереотипность рабочих движений создается при навязанном характере технологических операций, совершаемых в быстром темпе, например, конвейерные, станочные работы. Движения пальцами и кистью руки обычно высококоординированы и характерны в большей степени для рабочих поз «сидя» и «сидя-стоя». Рабочие позы «стоя» и «сидя-стоя» требуют более высокоамплитудных движений в плечевом и локтевом суставах.

Стереотипные рабочие движения в зависимости от амплитуды и участвующей в выполнении движения мышечной массы делятся на локальные и региональные. Подсчитывают количество движений за 10–15 мин, затем определяют их количество за время, в течение которых выполняется эта работа. Работы, для которых характерны локальные движения, как правило, выполняются в быстром темпе (60–250 движений в минуту) и за смену количество движений может достигать нескольких десятков тысяч. Поскольку при этих работах темп, т. е. количество движений в единицу времени, практически не меняется, то, подсчитав, с применением какого-либо автоматического счетчика, число движений за 10–15 мин, рассчитываем число движений в 1 мин, а затем умножаем на число минут, в течение которых выполняется эта работа. Время выполнения работы определяем путем хронометражных наблюдений или по фотографии рабочего дня.

Статическая нагрузка

Статическая нагрузка связана с поддержанием человеком груза или приложением усилия без перемещения тела или его отдельных звеньев. Рассчитывается путем перемножения двух параметров: величины удерживаемого усилия (веса груза) и времени его удерживания.

Оценка класса условий труда по этому показателю осуществляется с учетом преимущественной нагрузки: на одну, две руки или с участием мышц корпуса и ног. Если при выполнении работы встречается 2 или 3 указанных выше нагрузки (нагрузки на одну, две руки и с участием мышц корпуса и ног), то их следует суммировать и суммарную величину статической нагрузки соотносить с показателем преимущественной нагрузки.

Рабочая поза

Отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда по тяжести трудового процесса с учетом рабочего положения тела работника осуществляется путем определения абсолютного времени (в минутах, часах) пребывания в той или иной рабочей позе, которое устанавливается на основании хронометражных наблюдений за рабочий день (смену). После этого рассчитывается время пребывания в относительных величинах (в процентах к 8-часовому рабочему дню (смене) независимо от его фактической продолжительности).

Время пребывания в рабочей позе определяется путем сложения времени работы работника в положении стоя и времени его перемещения в пространстве между объектами радиусом не более 5 м.

Характер рабочей позы обусловлен организацией технологического процесса и рабочего места. При оценке характера рабочей позы следует иметь в виду, что:

- свободная поза комфортна и может быть изменена в любой момент по усмотрению работающего;
- фиксированная поза, может иметь место в условиях, когда рабочее место достаточно эргономично, но технологический процесс не позволяет ее покинуть;
- неудобная (вынужденная) является поза при работе на коленях с глубоким наклоном корпуса, лежа и т. д.;
- рабочая поза «стоя» может иметь место в условиях, когда рабочее место достаточно эргономично, но технологический процесс не позволяет ее покинуть;
- рабочая поза «сидя» без перерывов.

Характер рабочей позы определяется визуально.

Если по характеру работы рабочие позы работника разные, то отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии тяжести трудового процесса с учетом рабочего положения тела работника следует проводить по наиболее типичной рабочей позе для данной работы.

Наклоны корпуса

Этот фактор по своему значению и методу оценки идентичен стереотипным движениям. У человека со средними антропометрическими данными наклоны корпуса более 30° встречается, если он берет какие-либо предметы

или выполняет действия руками на высоте не более 50 см от пола. Число наклонов за смену определяется путем их прямого подсчета за одну операцию, и умножением на число операций за смену.

Перемещение в пространстве

Перемещение в пространстве – это путь, пройденный работником за смену как по вертикали, так и по горизонтали. В случае перемещения как по горизонтали, так и по вертикали, расстояния следует суммировать. Оценка классов условий труда производят по преимущественному перемещению (либо по горизонтали, либо по вертикали) из условия общей длины перемещения в пространстве.

Перемещение в пространстве определяется с помощью шагомера. Количество шагов за смену умножается на длину шага (в среднем: мужской шаг – 0,6 м, а женский - 0,5 м), полученная величина выражается в км. Перемещением по вертикали путь, пройденный по лестницам или наклонным поверхностям – от 30° до 90°, а по горизонтали – путь, пройденный по плоскости с наклоном от 0° до 30°.

Общая оценка тяжести трудового процесса

Оценка тяжести физического труда проводится на основе учета всех вышеперечисленных показателей. При этом вначале устанавливается класс по каждому измеренному показателю, а окончательная оценка тяжести труда устанавливается по показателю, отнесенному к наибольшей степени тяжести.

При наличии двух и более показателей тяжести трудового процесса, условия труда по которым отнесены к подклассу 3.1 или 3.2 вредных условий труда, класс (подкласс) условий труда по тяжести трудового процесса повышается на одну степень.

Полученные результаты оценки показателей тяжести трудового процесса оформляются протоколом.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться со спецификой нормирования тяжести трудового процесса.
2. Получить задание у преподавателя, включающее в себя оценку тяжести для конкретной профессии и выполнить необходимые расчеты.
3. С учетом условий трудовой деятельности определить класс (подкласс) условий труда работника по тяжести трудового процесса и оформить получившиеся результате в виде протокола (табл. 7.1). Определить общий класс условий труда по результатам оценки тяжести трудового процесса.

Задание 1. Эксплуатируется автотранспортное предприятие, в котором размещается сервисный центр по техническому обслуживанию и ремонту легкового (35 автомобилей) и грузового транспорта (25 автомобилей). Составить протокол оценки условий труда по показателям тяжести трудового процесса. В результате проведенных хронометража рабочего времени установлено следующее:

1. В сервисном центре слесарями 2-го разряда ведутся следующие работы: разборка деталей машин, их переноска, складирование. Транспортирование деталей машин осуществляется с использованием средств транспортировки (тельферов) – 30 %, а также переноски и складирование вручную деталей транспортных средств – 70 %.

2. В течение рабочей смены слесарь осуществляет перемещение деталей машин (грузов) *общей массой 1600 кг·м на расстояние 1–5 м*. Перемещение грузов осуществляется вручную, при помощи тельферов (участие мышц рук, корпуса, ног).

3. Подъем и перемещение деталей машин, запасных частей осуществляется постоянно в течение всего рабочего дня (смены) *8 раз в час*. При этом суммарно масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа рабочего дня (смены) с рабочей поверхности *120 кг, а с пола 80 кг*.

4. Количество стереотипных рабочих движений слесаря при региональной нагрузке (при работе с участием мышц рук и плечевого пояса составляет *12 570 ед*.

5. Величина статичной нагрузки за смену при удержании слесарем груза *2 руками 1180 кгс·с, а также с участием мышц корпуса ног 420 кгс·с*.

6. Слесарь при проведении работ периодически до *58 %* рабочего времени находится стоя, *12 %* – в положении сидя и *30 %* – в положении постоянных наклонов. Наклоны осуществляются под углом более *30°* до *65 раз* в смену.

7. В результате технологического процесса слесарь в течение рабочей смены осуществляет перемещение по автотранспортному предприятию по горизонтали – *1,5 км*.

Таблица 7.1

Протокол оценки тяжести трудового процесса

Показатели тяжести трудового процесса	Фактические значения показателя тяжести трудового процесса	Предельно допустимые значения показателя тяжести трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда по тяжести трудового процесса

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое тяжесть труда?
2. Какие показатели учитываются при оценке тяжести трудового процесса?
3. Какие показатели имеют одинаковые нормативные значения для мужчин и женщин?

Лабораторная работа 8

Оценка напряженности трудового процесса

Цель работы: ознакомиться с порядком проведения оценки условий труда по показателям напряженности трудового процесса.

Теоретические положения

Напряженность труда – характеризует трудовой процесс, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника. Напряженность труда характеризует эмоциональную нагрузку на организм при умственном труде.

Оценка напряженности труда профессиональной группы работников основана на анализе трудовой деятельности и ее структуры, которые изучаются путем хронометражных наблюдений в течение всего рабочего дня или нескольких дней. Анализ основан на учете всего комплекса производственных факторов (стимулов, раздражителей), создающих предпосылки для возникновения неблагоприятных нервно-эмоциональных состояний (перенапряжения).

Отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда по напряженности трудового процесса осуществляется по следующим показателям:

- 1) плотность сигналов и сообщений (световых, звуковых) в среднем за 1 час работы, поступающих как со специальных устройств (видеотерминалов, сигнальных устройств, шкал приборов), так и при речевом сообщении, в том числе, по средствам связи;
- 2) число производственных объектов одновременного наблюдения;
- 3) работа с оптическими приборами: лупами, микроскопами, дефектоскопами, биноклями (% времени смены);
- 4) нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю);
- 5) монотонность нагрузок (число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или в многократно повторяющихся операциях; время активных действий; монотонность производственной обстановки).

Отнесение условий труда к классу (подклассу) по напряженности трудового процесса осуществляется в соответствии с Методикой проведения специальной оценки условий труда, утвержденной приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. № 33н (прил. Б).

Отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда по напряженности трудового процесса по *плотности сигналов и сообщений* в среднем за 1 час работы осуществляется путем подсчета количества воспринимаемых и передаваемых сигналов (сообщений, распоряжений).

Отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда по напряженности трудового процесса по *числу производственных объектов одновременного наблюдения* осуществляется путем оценки объема внимания (от 4 до 8 несвязанных объектов) и его распределения (способности

одновременно сосредотачивать внимание на нескольких объектах или действиях).

Условия труда оцениваются по данному показателю только в тех случаях, когда после получения информации одновременно от всех объектов наблюдения необходимо выполнение определенных действий по регулированию технологического процесса.

В случае, если информация может быть получена путем последовательного переключения внимания с объекта на объект и имеется достаточно времени до принятия решения и (или) выполнения действий, а работник обычно переходит от распределения к переключению внимания, то такая работа по показателю числа производственных объектов одновременного наблюдения не оценивается.

Отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда по напряженности трудового процесса при *работе с оптическими приборами* (% от продолжительности рабочего дня (смены)) осуществляется на основе хронометражных наблюдений.

Отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда по напряженности трудового процесса при *нагрузке на голосовой аппарат* работника (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю) осуществляется с учетом продолжительности речевых нагрузок на основе хронометражных наблюдений или экспертным путем посредством опроса работников и их непосредственных руководителей.

Отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда по напряженности трудового процесса при *монотонности нагрузок* осуществляется с учетом числа элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или многократно повторяющихся операций (единиц), и продолжительности выполнения простых производственных заданий или повторяющихся операций, времени активных действий, монотонности производственной обстановки.

Класс (подкласс) условий труда устанавливается по показателю напряженности трудового процесса, имеющему наиболее высокий класс (подкласс) условий труда.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться со спецификой нормирования напряженности трудового процесса.

2. Получить задание у преподавателя, включающее в себя оценку напряженности для конкретной профессии и выполнить необходимые расчеты.

3. С учетом условий трудовой деятельности определить класс (подкласс) условия труда работника по напряженности трудового процесса и оформить полученный результат в виде протокола (табл. 8.1). Определить общий класс условий труда по результатам оценки напряженности трудового процесса.

Задание 1. Эксплуатируется предприятие по приему, отпуску нефтепродуктов бензин: АИ-92, АИ-95, АИ-98, дизельное топливо ДТЛ, ДТЗ, ДТА,

на территории товарно-сырьевого парка нефтеперерабатывающего завода. Для обеспечения бесперебойного технологического процесса работают операторы АЗС. В результате проведенных исследований и замеров трудового процесса установлено следующее:

1. Плотность световых, звуковых сигналов, поступающих оператору за 1 час работы составляет 79 ед.

2. Оператор одновременно осуществляет наблюдение за 10 объектами.

3. Работа с оптическими приборами составляет 2,5 % рабочего времени.

4. Нагрузка на голосовой аппарат оператора в течение рабочей недели составляет 28 часов.

5. Число многократных повторяющихся операций, выполняемых оператором, составляет 9 ед.

6. Время пассивного наблюдения за ходом технологического процесса оператором составляет 68 %.

Таблица 8.1

Протокол оценки тяжести трудового процесса

Показатели напряженности трудового процесса	Фактические значения показателя напряженности трудового процесса	Предельно допустимые значения показателя напряженности трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда по напряженности трудового процесса

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое тяжесть труда?

2. Какие показатели учитываются при оценке напряженности трудового процесса?

Лабораторная работа 9

Специальная оценка условий труда

Цель работы: закрепить знания по оценке условий труда работающих, по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса, а также приобрести навыки проведения СОУТ.

Теоретические положения

С 1 января 2014 года введен в действие Федеральный закон № 426-ФЗ от 28 декабря 2013 года «О специальной оценке условий труда» регламентирующий обязательное проведение специальной оценки условий труда на предприятиях различных форм собственности.

Специальная оценка условий труда (СОУТ) является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством РФ федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников.

Рабочее место – место, где работник должен находиться или куда ему необходимо прибыть в связи с его работой и которое прямо или косвенно находится под контролем работодателя. Общие требования к организации безопасного рабочего места устанавливаются федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

Цели специальной оценки условий труда

Как сказано в ст. 7 Федерального закона от 23.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», результаты проведения специальной оценки условий труда могут применяться:

- для разработки и реализации мероприятий, направленных на улучшение условий труда работников;
- информирования работников об условиях труда на рабочих местах, о существующем риске повреждения их здоровья, о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов и о полагающихся работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, гарантиях и компенсациях;
- обеспечения работников средствами индивидуальной защиты, а также оснащения рабочих мест средствами коллективной защиты;
- осуществления контроля за состоянием условий труда на рабочих местах;

- организации в случаях, установленных законодательством Российской Федерации, обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров работников;
- установления работникам предусмотренных Трудовым кодексом РФ гарантий и компенсаций;
- установления дополнительного тарифа страховых взносов в Пенсионный фонд РФ с учетом класса (подкласса) условий труда на рабочем месте;
- расчета скидок (надбавок) к страховому тарифу на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- обоснования финансирования мероприятий по улучшению условий и охраны труда, в том числе за счет средств на осуществление обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- подготовки статистической отчетности об условиях труда;
- решения вопроса о связи возникших у работников заболеваний с воздействием на работников на их рабочих местах вредных и (или) опасных производственных факторов, а также расследования несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- рассмотрения и урегулирования разногласий, связанных с обеспечением безопасных условий труда, между работниками и работодателем и (или) их представителями;
- определения в случаях, установленных федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, и с учетом государственных нормативных требований охраны труда видов санитарно-бытового обслуживания и медицинского обеспечения работников, их объема и условий их предоставления;
- принятия решения об установлении предусмотренных трудовым законодательством ограничений для отдельных категорий работников;
- оценки уровней профессиональных рисков;
- иных целей, предусмотренных федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Подготовка к проведению спецоценки условий труда

Для организации и проведения специальной оценки условий труда работодателем образуется *комиссия по проведению специальной оценки условий труда* (далее – комиссия по СОУТ), число членов которой должно быть нечетным, а также утверждается график проведения специальной оценки условий труда. Обязанности по организации и финансированию проведения специальной оценки условий труда возлагаются на работодателя.

Специальная оценка условий труда проводится совместно работодателем и организацией или организациями, привлекаемыми работодателем на основании гражданско-правового договора, и в соответствии с методикой ее проведе-

ния, утверждаемой федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений. Актуальный реестр организаций проводящих специальную оценку условий труда можно найти на сайте Минтруда России по ссылке <https://akot.rosmintrud.ru/sout/organizations>.

Специальная оценка условий труда на рабочем месте проводится не реже чем *1 раз в 5 лет*. Указанный срок исчисляется со дня внесения сведений о результатах проведения специальной оценки условий труда в информационную систему учета, а в отношении результатов проведения специальной оценки условий труда, содержащих сведения, составляющие государственную или иную охраняемую законом тайну, со дня утверждения отчета о проведении специальной оценки условий труда.

На рабочих местах, в отношении которых действует декларация соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда, повторное проведение специальной оценки условий труда не требуется до наступления обстоятельств, к которым относятся:

- произошедший с работником несчастный случай на производстве (за исключением несчастного случая на производстве, произошедшего по вине третьих лиц) или выявление у работника профессионального заболевания, причиной которых явилось воздействие на работника вредных и (или) опасных производственных факторов.
- в отношении работника и (или) на его рабочем месте в ходе проведения федерального государственного надзора выявлены нарушения государственных нормативных требований охраны труда.

В состав комиссии по СОУТ включаются представители работодателя, в том числе специалист по охране труда, представители выборного органа первичной профсоюзной организации или иного представительного органа работников (при наличии). Состав и порядок деятельности комиссии утверждаются приказом (распоряжением) работодателя и соответствии с требованиями Закона о специальной оценке условий труда. Комиссию по СОУТ возглавляет работодатель или его представитель.

В случае отсутствия возможности у работодателей – субъектов малого предпринимательства (включая работодателей – индивидуальных предпринимателей), которые в соответствии с федеральным законом отнесены к микропредприятиям, образовать комиссию, полномочия комиссии исполняет работодатель – индивидуальный предприниматель (лично), руководитель организации, другой уполномоченный работодателем работник.

Организация, проводящая специальную оценку условий труда, до начала выполнения работ по проведению специальной оценки условий труда, но не позднее чем через 5 рабочих дней со дня заключения с работодателем гражданско-правового договора о проведении СОУТ обязана передать в информаци-

онную систему учета сведения о своем полном наименовании, идентификационном номере налогоплательщика и коде причины постановки на учет в налоговом органе.

После передачи указанных сведений необходимо получить для предстоящей специальной оценки условий труда идентификационный номер, который присваивается информационной системой учета в автоматическом режиме в порядке. Организация, проводящая специальную оценку условий труда, обязана сообщить указанный идентификационный номер работодателю до начала выполнения работ по проведению специальной оценки условий труда.

Комиссия до начала выполнения работ по проведению специальной оценки условий труда утверждает перечень рабочих мест, на которых будет проводиться специальная оценка условий труда, с указанием аналогичных рабочих мест.

Особенности проведения СОУТ на аналогичных рабочих местах

Аналогичные рабочие места (в соответствии с Законом о специальной оценке условий) – это рабочие места, которые расположены в одном или нескольких однотипных производственных помещениях (производственных зонах), оборудованных одинаковыми (однотипными) системами вентиляции, кондиционирования воздуха, отопления и освещения, на которых работники работают по одной и той же профессии, должности, специальности, осуществляют одинаковые трудовые функции в одинаковом режиме рабочего времени при ведении однотипного технологического процесса с использованием одинаковых производственного оборудования, инструментов, приспособлений, материалов и сырья и обеспечены одинаковыми средствами индивидуальной защиты.

При выявлении аналогичных рабочих мест специальная оценка условий труда проводится в отношении 20 % рабочих мест от общего числа таких рабочих мест (но не менее чем двух рабочих мест), и ее результаты применяются ко всем аналогичным рабочим местам.

На аналогичные рабочие места заполняется одна карта специальной оценки условий труда.

В отношении аналогичных рабочих мест разрабатывается единый перечень мероприятий по улучшению условий и охраны труда работников.

Специальная оценка условий труда на рабочих местах с территориально меняющимися рабочими зонами, где рабочей зоной считается оснащенная необходимыми средствами производства часть рабочего места, в которой один работник или несколько работников выполняют схожие работы или технологические операции, проводится путем предварительного определения типичных технологических операций, характеризующихся наличием одинаковых вредных и (или) опасных производственных факторов, и последующей оценки воздействия на работников этих факторов при выполнении таких работ или операций.

Время выполнения каждой технологической операции определяется экспертом организации, проводящей специальную оценку условий труда, на основании локальных нормативных актов, путем опроса работников и их непосредственных руководителей, а также путем хронометрирования.

В случае выявления в ходе проведения специальной оценки условий труда хотя бы одного рабочего места, не соответствующего признакам

аналогичности, установленным ст. 9 Закона о специальной оценке условий труда, из числа рабочих мест, ранее признанных аналогичными, СОУТ проводится на всех рабочих местах, признанных ранее аналогичными.

Особенности проведения СОУТ в организациях, осуществляющих отдельные виды деятельности

В отношении рабочих мест в организациях, осуществляющих отдельные виды деятельности, а также в случае, если выполнение работ по проведению специальной оценки условий труда создает или может создать угрозу жизни или здоровью работника, членов комиссии, иных лиц, специальная оценка условий труда проводится с учетом особенностей, установленных федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, по согласованию с федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в соответствующей сфере деятельности и с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

Перечень рабочих мест в организациях, осуществляющих отдельные виды деятельности, в отношении которых специальная оценка условий труда проводится с учетом устанавливаемых уполномоченным Правительством РФ федеральным органом исполнительной власти особенностей (в том числе при необходимости оценки травмоопасности рабочих мест), утверждается Правительством Российской Федерации с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

Идентификация потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов

Идентификация потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов – это сопоставление и установление совпадения имеющихся на рабочих местах факторов производственной среды и трудового процесса с факторами производственной среды и трудового процесса, предусмотренными классификатором вредных и (или) опасных производственных факторов, утвержденным федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

Процедура осуществления идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов устанавливается Методикой проведения специальной оценки условий труда, утвержденной приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. № 33н.

Идентификация потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов на рабочих местах осуществляется экспертом организации, проводящей специальную оценку условий труда.

Результаты идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов утверждаются комиссией по СОУТ, формируемой в порядке, установленном ст. 9 Закона о специальной оценке условий труда.

При осуществлении на рабочих местах идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов должны учитываться:

- производственное оборудование, материалы и сырье, используемые работниками и являющиеся источниками вредных и (или) опасных производственных факторов, которые идентифицируются и при наличии которых в случаях, установленных законодательством Российской Федерации, проводятся обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры работников;
- результаты ранее проводившихся на данных рабочих местах исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных производственных факторов;
- случаи производственного травматизма и (или) установления профессионального заболевания, возникшие в связи с воздействием на работника на его рабочем месте вредных и (или) опасных производственных факторов;
- предложения работников по осуществлению на их рабочих местах идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов;
- результаты, полученные при осуществлении организованного в установленном порядке на рабочих местах производственного контроля за условиями труда (при наличии);
- результаты, полученные при осуществлении федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

Идентификация потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов не осуществляется в отношении:

- рабочих мест работников, профессии, должности, специальности которых включены в списки соответствующих работ, производств, профессий, должностей, специальностей и учреждений (организаций), с учетом которых осуществляется досрочное назначение страховой пенсии по старости;
- рабочих мест, в связи с работой на которых работникам в соответствии с законодательными и иными нормативными правовыми актами предоставляются гарантии и компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
- рабочих мест, на которых по результатам ранее проведенных аттестации рабочих мест по условиям труда или специальной оценки условий труда были установлены вредные и (или) опасные условия труда.

Действия комиссии по итогам осуществления идентификации

1. В случае, если вредные и (или) опасные производственные факторы на рабочем месте не идентифицированы, условия труда на данном рабочем месте признаются комиссией допустимыми, а исследования (испытания) и измерения вредных и (или) опасных производственных факторов не проводятся.

2. В случае, если вредные и (или) опасные производственные факторы на рабочем месте идентифицированы, комиссия принимает решение о проведении исследований (испытаний) и измерений данных вредных и (или) опасных производственных факторов в установленном порядке.

Исследования (испытания) и измерения вредных и (или) опасных производственных факторов

Все вредные и (или) опасные производственные факторы, которые идентифицированы в порядке, установленном Законом о специальной оценке условий труда, подлежат исследованиям (испытаниям) и измерениям.

Перечень вредных и (или) опасных производственных факторов, подлежащих исследованиям (испытаниям) и измерениям, формируется комиссией по СОУТ, исходя из государственных нормативных требований охраны труда, характеристик технологического процесса и производственного оборудования, применяемых материалов и сырья, результатов ранее проводившихся исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных производственных факторов, а также исходя из предложений работников.

Исследования (испытания) и измерения фактических значений вредных и (или) опасных производственных факторов осуществляются испытательной лабораторией, экспертами и иными работниками организации, проводящей специальную оценку условий труда.

При проведении исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных производственных факторов должны применяться утвержденные и аттестованные в порядке, установленном законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений, методы исследований (испытаний) и методики (методы) измерений и соответствующие им средства измерений, прошедшие поверку и внесенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Методы исследований (испытаний) и методики, методы измерений вредных и (или) опасных производственных факторов, состав экспертов и иных работников, проводящих данные исследования (испытания) и измерения, определяются организацией, проводящей специальную оценку условий труда, самостоятельно.

Результаты проведенных исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных производственных факторов оформляются протоколами в отношении каждого из этих вредных и (или) опасных производственных факторов, подвергнутых исследованиям (испытаниям) и измерениям.

В качестве результатов исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных производственных факторов могут быть использованы результаты исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных производственных факторов, проведенных аккредитованной в установленном законодательством Российской Федерации порядке испытательной лабораторией (центром) при осуществлении организованного в установленном порядке на рабочих местах производственного контроля за условиями труда, но не ранее чем за 6 месяцев до проведения специальной оценки условий труда. Решение о возможности использования указанных результатов при проведении специальной оценки условий труда принимается комиссией по СОУТ по представлению эксперта организации, проводящей специальную оценку условий труда.

По результатам проведения исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных производственных факторов экспертом организации, проводящей специальную оценку условий труда, осуществляется отнесение условий труда на рабочих местах по степени вредности и (или) опасности к классам (подклассам) условий труда.

Вредные и (или) опасные производственные факторы, подлежащие исследованию при проведении специальной оценки условий труда

1. Факторы производственной среды

В целях проведения специальной оценки условий труда исследованию (испытанию) и измерению подлежат следующие вредные и (или) опасные факторы производственной среды:

- Физические факторы – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, шум, инфразвук, ультразвук воздушный, вибрация общая и локальная, неионизирующие излучения (электростатическое поле, постоянное магнитное поле, в том числе гипогеомагнитное, электрические и магнитные поля промышленной частоты (50 Герц), переменные электромагнитные поля, в том числе радиочастотного диапазона и оптического диапазона (лазерное и ультрафиолетовое), ионизирующие излучения, параметры микроклимата (температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, инфракрасное излучение), параметры световой среды (искусственное освещение (освещенность) рабочей поверхности);

- Химические факторы – химические вещества и смеси, измеряемые в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах работников, в том числе некоторые вещества биологической природы (антибиотики, витамины, гормоны, ферменты, белковые препараты), которые получают химическим синтезом и (или) для контроля содержания которых используют методы химического анализа;

- Биологические факторы – микроорганизмы-продуценты, живые клетки и споры, содержащиеся в бактериальных препаратах, патогенные микроорганизмы – возбудители инфекционных заболеваний.

2. Факторы трудового процесса

В целях проведения специальной оценки условий труда исследованию (испытанию) и измерению подлежат следующие вредные и (или) опасные факторы трудового процесса:

- Тяжесть трудового процесса – показатели физической нагрузки на опорно-двигательный аппарат и на функциональные системы организма работника;

- Напряженность трудового процесса – показатели сенсорной нагрузки на центральную нервную систему и органы чувств работника.

Исследования (испытания) и измерения, проводимые испытательной лабораторией (центром)

Испытательная лаборатория (центр) проводит исследования (испытания) и измерения следующих вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса:

- температура воздуха;

- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность и экспозиционная доза теплового облучения;
- напряженность переменного электрического поля промышленной частоты (50 Герц);
 - напряженность переменного магнитного поля промышленной частоты (50 Герц);
 - напряженность переменного электрического поля электромагнитных излучений радиочастотного диапазона;
 - напряженность переменного магнитного поля электромагнитных излучений радиочастотного диапазона;
 - напряженность электростатического поля и постоянного магнитного поля;
 - интенсивность источников ультрафиолетового излучения в диапазоне длин волн 200–400 нанометров;
 - энергетическая освещенность в диапазонах длин волн УФ-А ($\lambda = 400\text{--}315$ нанометров), УФ-В ($\lambda = 315 - 280$ нанометров), УФ-С ($\lambda = 280\text{--}200$ нанометров);
 - энергетическая экспозиция лазерного излучения;
 - мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения, рентгеновского и нейтронного излучений;
 - радиоактивное загрязнение производственных помещений, элементов производственного оборудования, средств индивидуальной защиты и кожных покровов работников;
 - уровень звука;
 - общий уровень звукового давления инфразвука;
 - ультразвук воздушный;
 - вибрация общая и локальная;
 - освещенность рабочей поверхности;
 - концентрация вредных химических веществ, в том числе веществ биологической природы (антибиотиков, витаминов, гормонов, ферментов, белковых препаратов), которые получают химическим синтезом и (или) для контроля содержания которых используют методы химического анализа, а также концентрация смесей таких веществ в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах работников (в соответствии с областью аккредитации испытательной лаборатории (центра));
 - массовая концентрация аэрозолей в воздухе рабочей зоны;
 - тяжесть трудового процесса (длина пути перемещения груза, мышечное усилие, масса перемещаемых грузов, угол наклона корпуса тела работника и количество наклонов за рабочий день (смену), время удержания груза, количество стереотипных рабочих движений));
 - напряженность трудового процесса работников, трудовая функция которых:
 - а) заключается в диспетчеризации производственных процессов, управлении транспортными средствами (длительность сосредоточенного

наблюдения, плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в единицу времени, число производственных объектов одновременного наблюдения, нагрузка на слуховой анализатор, время активного наблюдения за ходом производственного процесса);

- б) заключается в обслуживании производственных процессов конвейерного типа (продолжительность выполнения единичной операции, число элементов (приемов), необходимых для реализации единичной операции);
- в) связана с длительной работой с оптическими приборами;
- г) связана с постоянной нагрузкой на голосовой аппарат;
- биологические факторы (в соответствии с областью аккредитации испытательной лаборатории (центра)).

По отдельным видам работ, профессий, должностей, специальностей федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, совместно с федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в соответствующей сфере деятельности по согласованию с федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по организации и осуществлению федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора, и с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений может устанавливаться дополнительный перечень вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса, подлежащих исследованию (испытанию) и измерению при проведении специальной оценки условий труда.

Классификация условий труда по степени вредности и (или) опасности

Условия труда по степени вредности и (или) опасности подразделяются на четыре класса:

1. Оптимальные условия труда.
2. Допустимые условия труда.
3. Вредные условия труда.
4. Опасные условия труда.

1. *Оптимальные условия труда* (1 класс) – условия труда, при которых воздействие на работника вредных и (или) опасных производственных факторов отсутствует или уровни воздействия которых не превышают уровни, установленные нормативами (гигиеническими нормативами) условий труда и принятые в качестве безопасных для человека, и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности работника.

2. *Допустимые условия труда* (2 класс) – условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых не превышают уровни, установленные нормативами (гигиеническими нормативами) условий труда, а измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается во время регламентированного отдыха или к началу следующего рабочего дня (смены).

3. *Вредные условия труда* (3 класс) – условия труда, при которых уровни воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов превышают уровни, установленные нормативами (гигиеническими нормативами) условий труда, в том числе:

- подкласс 3.1 (вредные условия труда 1 степени) – условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, после воздействия которых измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается, как правило, при более длительном, чем до начала следующего рабочего дня (смены), прекращении воздействия данных факторов, и увеличивается риск повреждения здоровья;

- подкласс 3.2 (вредные условия труда 2 степени) – условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны вызвать стойкие функциональные изменения в организме работника, приводящие к появлению и развитию начальных форм профессиональных заболеваний или профессиональных заболеваний легкой степени тяжести (без потери профессиональной трудоспособности), возникающих после продолжительной экспозиции (15 и более лет);

- подкласс 3.3 (вредные условия труда 3 степени) – условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны вызвать стойкие функциональные изменения в организме работника, приводящие к появлению и развитию профессиональных заболеваний легкой и средней степени тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в период трудовой деятельности;

- подкласс 3.4 (вредные условия труда 4 степени) – условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны привести к появлению и развитию тяжелых форм профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности) в период трудовой деятельности.

4. *Опасные условия труда* (4 класс) – условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых в течение всего рабочего дня (смены) или его части способны создать угрозу жизни работника, а последствия воздействия данных факторов обуславливают высокий риск развития острого профессионального заболевания в период трудовой деятельности.

Порядок снижения класса (подкласса) условий труда на рабочих местах

В случае применения работниками, занятыми на рабочих местах с вредными условиями труда, эффективных средств индивидуальной защиты, прошедших обязательную сертификацию в порядке, установленном соответствующим техническим регламентом, класс (подкласс) условий труда может быть снижен комиссией на основании заключения эксперта организации, проводящей специальную оценку условий труда, на одну степень в соответствии с методикой, утвержденной федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики

и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, по согласованию с федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по организации и осуществлению федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора, и с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

По согласованию с территориальным органом федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по организации и осуществлению федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора, по месту нахождения соответствующих рабочих мест допускается снижение класса (подкласса) условий труда более чем на одну степень в соответствии с Методикой, утвержденной приказом Минтруда России от 05.12.2014 № 976н.

В отношении рабочих мест в организациях, осуществляющих отдельные виды деятельности, снижение класса (подкласса) условий труда может осуществляться в соответствии с отраслевыми особенностями, утвержденными федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, по согласованию с федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по организации и осуществлению федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора, и с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений.

Результаты проведения специальной оценки условий труда в организации

Организация, проводящая специальную оценку условий труда, составляет *отчет* о ее проведении, в который включаются следующие результаты проведения специальной оценки условий труда:

1. Сведения об организации, проводящей специальную оценку условий труда, с приложением копий документов, подтверждающих ее соответствие установленным требованиям;
2. Перечень рабочих мест, на которых проводилась специальная оценка условий труда, с указанием вредных и (или) опасных производственных факторов, которые идентифицированы на данных рабочих местах;
3. Карты специальной оценки условий труда, содержащие сведения об установленном экспертом организации, проводящей специальную оценку условий труда, классе (подклассе) условий труда на конкретных рабочих местах;
4. Протоколы проведения исследований (испытаний) и измерений идентифицированных вредных и (или) опасных производственных факторов;
5. Протоколы оценки эффективности средств индивидуальной защиты;
6. Протокол комиссии, содержащий решение о невозможности проведения исследований (испытаний) и измерений (при наличии такого решения);
7. Сводная ведомость специальной оценки условий труда;
8. Перечень мероприятий по улучшению условий и охраны труда работников, на рабочих местах которых проводилась специальная оценка условий труда;

9. Заключение эксперта организации, проводящей специальную оценку условий труда.

10. Замечания и возражения работника относительно результатов специальной оценки условий труда, проведенной на его рабочем месте, представленные в письменном виде (при наличии).

Форма отчета о проведении специальной оценки условий труда утверждена приказом Минтруда России от 24.01.2014 № 33н.

Отчет о проведении специальной оценки условий труда должен содержать *идентификационный номер*, который был присвоен информационной системой учета до начала проведения специальной оценки условий труда.

Отчет о проведении специальной оценки условий труда подписывается всеми членами комиссии и утверждается председателем комиссии в срок не позднее чем *30 календарных дней* со дня его направления работодателю организацией, проводящей специальную оценку условий труда. Член комиссии, который не согласен с результатами проведения специальной оценки условий труда, имеет право изложить в письменной форме мотивированное особое мнение, которое прилагается к этому отчету.

В отношении рабочих мест, на которых вредные и (или) опасные производственные факторы не идентифицированы, в отчете о проведении специальной оценки условий труда указываются предусмотренные законом сведения.

По окончании специальной оценки условий труда, готовится приказ о завершении СОУТ и утверждении ее результатов.

Работодатель организует ознакомление работников с результатами проведения специальной оценки условий труда на их рабочих местах под роспись в срок не позднее чем *30 календарных дней* со дня утверждения отчета о проведении специальной оценки условий труда. В указанный срок не включаются периоды временной нетрудоспособности работника, нахождения его в отпуске или командировке, периоды междувахтового отдыха. В дальнейшем все вновь принимаемые работники обязаны ознакомиться с результатами СОУТ, для этого к каждой карте прикладывают дополнительный лист ознакомления, в которых расписываются новые работники.

Работодатель в течение *3 рабочих дней* со дня утверждения отчета о проведении специальной оценки условий труда обязан уведомить об этом организацию, проводившую специальную оценку условий труда, любым доступным способом, обеспечивающим возможность подтверждения факта такого уведомления, а также направить в ее адрес копию утвержденного отчета о проведении специальной оценки условий труда заказным почтовым отправлением с уведомлением о вручении либо в форме электронного документа, подписанного усиленной квалифицированной электронной подписью. При наличии в отчете о проведении специальной оценки условий труда сведений, составляющих государственную или иную охраняемую законом тайну, направление копии указанного отчета осуществляется с учетом требований законодательства о государственной и иной охраняемой законом тайне.

Работодатель с учетом требований законодательства Российской Федерации о персональных данных и законодательства Российской Федерации о

государственной и об иной охраняемой законом тайне организует размещение на своем официальном сайте в информационно-телекоммуникационной сети Интернет (при наличии такого сайта) сводных данных о результатах проведения специальной оценки условий труда в части установления классов (подклассов) условий труда на рабочих местах и перечня мероприятий по улучшению условий и охраны труда работников, на рабочих местах которых проводилась специальная оценка условий труда, в срок не позднее чем в течение 30 календарных дней со дня утверждения отчета о проведении специальной оценки условий труда.

Карты СОУТ необходимо хранить в течение 45 лет, а если были определены вредные или опасные производственные факторы – 75 лет. Такой длительный срок хранения специальной оценки условий труда необходим на тот случай, если на предприятии произойдет несчастный случай. Результаты СОУТ являются обязательным документом для рассмотрения комиссией.

В случае изменения класса условий труда на рабочем месте, необходимо внести изменения в трудовой договор оформив дополнительное соглашение отражающее фактический класс условий труда по результатам СОУТ и возможные изменения компенсаций. Также формируется уведомление для Фонда социального страхования о результатах СОУТ согласно приказу ФСС от 26.09.2016 № 381.

Кроме этого, при наличии работодатель обязан подготовить декларацию соответствия условия труда государственным требованиям охраны труда.

Декларирование соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда

В отношении рабочих мест, на которых вредные и (или) опасные производственные факторы по результатам осуществления идентификации не выявлены, а также условия труда на которых по результатам исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных производственных факторов признаны оптимальными или допустимыми, работодателем подается в территориальный орган федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на проведение федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, по месту своего нахождения декларация соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда.

Форма и порядок подачи декларации соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда утвержден приказом Минтруда России от 17.06.2021 № 406н.

Федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный на проведение федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, обеспечивает формирование и ведение реестра деклараций соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти,

осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда.

Декларация подается работодателем в срок *не позднее 30 рабочих дней* со дня утверждения отчета о проведении специальной оценки условий труда на рабочих местах, в отношении которых подается декларация.

В случае подачи декларации в отношении хотя бы одного аналогичного рабочего места, признанного таковыми в соответствии с законодательством о специальной оценке условий труда, в декларацию включаются сведения обо всех рабочих местах, аналогичных данному рабочему месту.

Основанием для отказа в принятии декларации является ее несоответствие установленной форме. Отказ в принятии декларации по иным основаниям не допускается.

При наличии основания для отказа в принятии декларации, поданной на бумажном носителе, государственная инспекция труда в субъекте Российской Федерации в течение не более 10 рабочих дней со дня поступления декларации возвращает ее работодателю посредством почтовой связи с указанием причин возврата.

В случае устранения оснований, послуживших отказу в принятии декларации, работодатель вправе повторно подать декларацию.

Срок действия декларации соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны

Декларация соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда действует бессрочно в случае сохранения условий труда на соответствующем рабочем месте.

В отношении рабочих мест, на которых вредные и (или) опасные производственные факторы по результатам осуществления идентификации не выявлены, а также условия труда на которых по результатам исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных производственных факторов признаны оптимальными или допустимыми повторное проведение СОУТ не требуется до наступления обстоятельств, установленных частью 5 статьи 11 Федерального закона «О специальной оценке условий труда». К таким обстоятельствам относятся:

- произошедший с работником несчастный случай на производстве (за исключением несчастного случая на производстве, произошедшего по вине третьих лиц) или выявление у работника профессионального заболевания, причиной которых явилось воздействие на работника вредных и (или) опасных производственных факторов.
- в отношении работника и (или) на его рабочем месте в ходе проведения федерального государственного надзора выявлены нарушения государственных нормативных требований охраны труда.

В отношении такого рабочего места действие данной декларации прекращается и проводится внеплановая специальная оценка условий труда.

Решение о прекращении действия декларации принимается федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на проведение федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных

нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, о чем в срок не позднее чем в течение 10 календарных дней со дня наступления обстоятельств делается соответствующая запись в реестре деклараций.

Внеплановая специальная оценка условий труда

В соответствии со статьей 17 Закона о специальной оценке условий труда внеплановая специальная оценка условий труда должна проводиться в следующих случаях:

- ввод в эксплуатацию вновь организованных рабочих мест;
- получение работодателем предписания государственного инспектора труда о проведении внеплановой специальной оценки условий труда в связи с выявленными в ходе проведения федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства, нарушениями требований Закона о специальной оценке условий труда или государственных нормативных требований охраны труда, содержащихся в федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации;
- изменение технологического процесса, замена производственного оборудования, которые способны оказать влияние на уровень воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов на работников;
- изменение состава применяемых материалов и (или) сырья, способных оказать влияние на уровень воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов на работников;
- изменение применяемых средств индивидуальной и коллективной защиты, способное оказать влияние на уровень воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов на работников;
- произошедший на рабочем месте несчастный случай на производстве (за исключением несчастного случая на производстве, произошедшего по вине третьих лиц) или выявленное профессиональное заболевание, причинами которых явилось воздействие на работника вредных и (или) опасных производственных факторов;
- наличие мотивированных предложений выборных органов первичных профсоюзных организаций или иного представительного органа работников о проведении внеплановой специальной оценки условий труда, в том числе подготовленных по замечаниям и возражениям работника относительно результатов специальной оценки условий труда, проведенной на его рабочем месте, представленных в письменном виде в выборный орган первичной профсоюзной организации или иной представительный орган работников.

В случае изменения имени, фамилии или отчества (при наличии) работодателя – индивидуального предпринимателя, реорганизации работодателя – юридического лица или изменения наименования рабочего места, не повлекших за собой наступления оснований для проведения внеплановой специальной оценки условий труда, внеплановая специальная оценка условий труда может не проводиться. Решение о непроведении внеплановой специальной оценки условий труда должно приниматься комиссией.

В случае проведения внеплановой специальной оценки условий труда на основании предписания государственного инспектора труда о проведении внеплановой СОУТ, на период до утверждения отчета о ее проведении не допускается ухудшение положения работников, занятых на рабочих местах, в отношении которых проводится внеплановая специальная оценка условий труда, в части предоставляемых им гарантий и компенсаций за работу с вредными и (или) опасными условиями труда по сравнению с их положением до проведения специальной оценки условий труда, результаты которой получены с нарушениями требований Закона о специальной оценке условий труда.

Сроки проведения внеплановой специальной оценки условий труда

Внеплановая специальная оценка условий труда проводится на соответствующих рабочих местах в течение *12 месяцев* со дня:

- ввода в эксплуатацию вновь организованных рабочих мест;
- изменения технологического процесса, замены производственного оборудования, которые способны оказать влияние на уровень воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов на работников.

Во всех остальных случаях внеплановая специальная оценка условий труда проводится на соответствующих рабочих местах в течение **6 месяцев** со дня их наступления.

Экспертиза качества спецоценки условий труда

Государственная экспертиза условий труда (ГЭУТ) осуществляется в целях оценки качества проведения специальной оценки условий труда, правильности предоставления работникам гарантий и компенсаций за работу с вредными и (или) опасными условиями труда, фактических условий труда работников.

Экспертиза качества специальной оценки условий труда осуществляется органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда в рамках государственной экспертизы условий труда, предусмотренной Трудовым кодексом РФ.

Порядок проведения государственной экспертизы условий труда регламентируется Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 775н «Об утверждении Порядка проведения государственной экспертизы условий труда».

Основания для экспертизы качества специальной оценки условий труда

Государственная экспертиза условий труда осуществляется на основании:

- обращений органов исполнительной власти, работодателей, их объединений, работников, профессиональных союзов, их объединений, иных уполномоченных работниками представительных органов, органов Фонда социального страхования Российской Федерации, а также иных страховщиков, организаций, проводивших специальную оценку условий труда (в случае проведения государственной экспертизы в целях оценки качества проведения специальной оценки условий труда);

- определений судебных органов;
- представлений государственных инспекции труда в связи с осуществлением мероприятий по государственному контролю (надзору) за соблюдением

требований Федерального закона от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», в том числе на основании заявлений работников, профессиональных союзов, их объединений, иных уполномоченных работниками представительных органов, а также работодателей, их объединений, страховщиков, органов исполнительной власти, организаций, проводивших специальную оценку условий труда (в случае проведения государственной экспертизы условий труда в целях оценки качества проведения специальной оценки условий труда);

- представлений федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на проведение федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора, в связи с осуществлением мероприятий по государственному контролю (надзору) за соблюдением требований законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

В случае, если заявителем является работник, то государственная экспертиза условий труда проводится только в отношении условий труда на его рабочем месте (рабочих местах).

Государственная экспертиза условий труда по обращениям органов исполнительной власти, работодателей, их объединений, работников, профессиональных союзов, их объединений, иных уполномоченных работниками представительных органов, органов Фонда социального страхования Российской Федерации осуществляется бесплатно, а в остальных случаях за счет средств заявителя.

Методические рекомендации по определению размера платы за проведение экспертизы качества специальной оценки условий труда утверждены приказом Минтруда России от 09.10.2014 № 682н.

Процедуры государственной экспертизы условий труда

Государственная экспертиза условий труда проводится путем реализации следующих процедур:

1. Рассмотрение оснований для государственной экспертизы условий труда в целях определения полноты содержащихся в них сведений об объектах государственной экспертизы условий труда и их достаточности для ее проведения.

2. Проведение экспертной оценки объекта государственной экспертизы условий труда.

3. Проведение при необходимости исследований (испытаний) и измерений факторов производственной среды и трудового процесса с привлечением аккредитованных в установленном порядке испытательных лабораторий (центров).

4. Оформление результатов государственной экспертизы условий труда.

Срок проведения государственной экспертизы условий труда определяется руководителем государственной экспертизы в зависимости от трудоемкости экспертных работ и *не должен превышать 30 рабочих дней* со дня регистрации в органе государственной экспертизы условий труда оснований для государственной экспертизы условий труда.

Срок проведения государственной экспертизы условий труда может быть продлен руководителем органа государственной экспертизы условий труда, но не более чем на 60 рабочих дней.

Разногласия по вопросам проведения государственной экспертизы условий труда

Разногласия по вопросам проведения экспертизы качества специальной оценки условий труда, несогласие заявителей, с результатами экспертизы качества специальной оценки условий труда рассматривается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, с учетом требований Федерального закона «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг».

Разногласия по вопросам проведения государственной экспертизы условий труда в целях оценки качества проведения специальной оценки условий труда и ее результатам рассматриваются Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации бесплатно.

Разногласия по вопросам проведения экспертизы качества проведения специальной оценки условий труда регулируются в соответствии с приказом Минтруда России от 08.09.2016 № 501н «Об утверждении Порядка рассмотрения разногласий по вопросам проведения экспертизы качества специальной оценки условий труда, несогласия работников, профессиональных союзов, их объединений, иных уполномоченных работниками представительных органов, работодателей, их объединений, страховщиков, территориальных органов федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на проведение федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, организаций, проводивших специальную оценку условий труда, с результатами экспертизы качества специальной оценки условий труда».

Методические указания по выполнению работы

Для проведения работы не требуются лабораторные стенды, измерительные приборы и другие технические средства.

Лабораторная работа включает выполнение задания «Составление карты специальной оценки условий труда».

Задание 1

Составление карты специальной оценки условий труда

Карта СОУТ – это составная часть итогового отчета по результатам спецоценки. Является обязательным документом, который должен быть у работодателя на каждое рабочее место. Карта СОУТ обеспечивает право работника на информацию об условиях труда и содержит перечень мероприятий, направленных на улучшение условий охраны труда работников.

Карта СОУТ необходима для:

- сотрудников, потому что в этом документе изложены все вредные и опасные производственные факторы, которые могут оказать влияние на их здоровье;
- работодателя, потому что ему необходимо понимать, какие меры принимать по обеспечению законодательства в сфере охраны труда;
- контролирующих органов, потому что они осуществляют надзор за соблюдением прав работников и обязанностей работодателей.

В образце заполнения карты специальной оценки условий труда обязательно нужно указать:

- наименование структурного подразделения и должности;
- численность сотрудников и их СНИЛС;
- используемое оборудование;
- классификация вредных и опасных факторов;
- средства индивидуальной защиты;
- рекомендации по итогам проведенных мероприятий.

Пошаговое заполнение, образец заполнения приведен ниже.

Порядок составления карты СОУТ

В качестве методического документа, который облегчит заполнение карты, необходимо использовать Инструкцию (прил. 4 к Приказу Минтруда от 24.01.2014 г. № 33н).

Шаг 1. Заполняем «шапку».

Указываем полное наименование работодателя, адрес местонахождения, ФИО руководителя, электронную почту и иные сведения согласно наименованиям ячеек.

Шаг 2. Присваиваем номер и заносим сведения о количестве работников и выполняемой ими работы.

Присваивается порядковый номер, должность и наименование структурного подразделения указываются в соответствии со штатным расписанием, количества и номера аналогичных рабочих мест указываются при их наличии (если отсутствуют, ничего писать не надо, если такие места есть, сведения о них можно взять из Раздела II Отчета по итогам СОУТ).

Выпуск ЕТКС, ЕКС – это реквизиты единых тарифно-квалификационных справочников, на основании которых было составлено штатное расписание. Нужно просто указать их реквизиты.

Численность работающих заносится в таблицу по факту, в том числе по аналогичным рабочим местам.

Шаг 3. Вписываем СНИЛС работников.

Здесь записываются номера страховых свидетельств действующих сотрудников, которые трудятся в настоящий момент на этом месте, а также в последующем сюда будут вписываться СНИЛС всех вновь принятых.

Шаг 4. Заполняем поле об используемом оборудовании.

Если это фрезерный станок, то пишем, что это фрезер, модель такая-то, номер такой-то (как в документах на его эксплуатацию). Используемое сырье –

металл, СОЖ. Если это офисный ксерокс, то так и пишем, копировальная машина, модель и номер. Используемое сырье – бумага и красящий порошок. Опасные и вредные факторы здесь не указываются, они пишутся ниже.

Шаг 5. Заполняем сведения о вредных и опасных факторах.

Все необходимые сведения о вредных и опасных факторах необходимо взять из заключения по их замерам, которое должна была подготовить соответствующая лаборатория (протокола измерений). Из головы ничего брать в этот раздел не надо, все только из документов. Здесь же указываются сведения об оценке эффективности СИЗ.

Шаг 6. Заполняем сведения о гарантиях и компенсациях.

В этом разделе указываются гарантии и компенсации, которые предусмотрены законодательством об охране труда. Если по определенной должности что-то положено (сокращенная продолжительность рабочего времени, молоко за вредность и т. п.), все это указывается в этом разделе с указанием на нормативный документ.

Перечень законодательных актов, регламентирующих выдачу и условия предоставления гарантий и компенсаций приведен в табл. 9.1.

Таблица 9.1

Гарантии и компенсации за работу во вредных и опасных условиях

Виды гарантий и компенсаций	Классы УТ	Размер	Основание
Повышенная оплата труда работника (работников)	3.1–4.0	Не менее 4 %	ТК РФ ст. 147
Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск	3.2–4.0	Не менее 7 календ. дней	ТК РФ ст. 117
Сокращенная продолжительность рабочего времени	3.3–4.0	Не более 36 часов	ТК РФ ст. 92
Молоко или другие равноценные пищевые продукты	3.1–4.0 по химическому, биологическому и ионизирующему фактору с временем воздействия более 50% от смены	0,5 л в смену	Приказ Минздрава № 45н
Лечебно-профилактическое питание		Рацион № 1-5	Приказ Минздрава № 46н
Право на досрочное назначение трудовой пенсии	3.1–4.0	Наличие профессии в Списке № 1 и № 2. постановление Кабинета Министров СССР от 26.01.1991 № 10	
Проведение медицинских осмотров	Независимо от класса	Приказ Минздрава России № 29н от 28.01.2021	

Шаг 7. Пишем рекомендации по улучшению условий труда.

Сюда вписываем сведения, которые комиссия по СОУТ рекомендует с целью минимизации вредных и опасных производственных факторов на организм сотрудника. Если рекомендации отсутствуют, так и пишем – нет.

Шаг 8. Подписываем у членов комиссии по СОУТ.

Все члены комиссии должны расписаться в карте.

Шаг 9. Ознакамливаем работников.

Все сотрудники, которые заняты на этом рабочем месте, даже если они один раз в день приходят для выполнения разовой операции (сделать копию на ксероксе, например), должны быть ознакомлены с результатами СОУТ по этому рабочему месту. Ознакомление сотрудников с картами специальной оценки условий труда проводится по завершению всех замеров и исследований. Все сотрудники, занятые на этом месте, должны быть ознакомлены под роспись, если места не хватает, просто формируется дополнительный лист.

Более детальный пример карты СОУТ приведен в прил. В.

Где хранится карта СОУТ? Место или структурное подразделение, где хранятся документы по итогам специальной оценки, работодатель определяет самостоятельно своим нормативным актом. Если в организации есть отдельная должность или служба по охране труда, то указанные документы будут храниться там. Если соответствующего специалиста в организации нет, значит, карты СОУТ будут храниться либо в кадрах, либо в бухгалтерии (по принципу – кто непосредственно организовывал, тот и хранит).

Порядок выполнения работы

1. Изучить методические указания и порядок составления карты специальной оценки условий труда.
2. Составить карту специальной оценки условий труда по заданию преподавателя для одной из профессий, используя представленную в прил. Г форму карты СОУТ. Недостающие данные принять самостоятельно или воспользоваться компьютерной сетью «Интернет» для оформления карты СОУТ.
3. Ответить на контрольные вопросы.

Содержание отчета

Отчет должен содержать: цель и задачи работы, заполненную карту СОУТ.

Контрольные вопросы и задания

1. Что входит в понятие рабочее место?
2. Цели проведения СОУТ?
3. Как классифицируются условия труда по степени вредности и опасности?
4. Какими факторами характеризуются условия труда?
5. Какими параметрами оценивается тяжесть и напряженность трудового процесса?

Лабораторная работа 10

Оценка неблагоприятных условий жизнедеятельности по сокращению продолжительности жизни

Цель работы: ознакомиться с методикой оценки последствий воздействия на человека вредных и опасных факторов среды обитания (на производстве, в городе и в быту), наносящих ущерб здоровью, приводящих к сокращению жизни и повышению риска его гибели.

Теоретические положения

Сокращение продолжительности жизни (СПЖ) – показатель скрытого ущерба здоровью, обобщенная характеристика ущерба неидентифицируемых (скрытых в отличие от проявленных идентифицируемых) результатов воздействия опасности на человека как стохастических эффектов повреждения здоровья (суток за год).

Вредные воздействия производственных факторов приводят к ущербу здоровью, который может быть оценен через подсчет сокращения продолжительности жизни в сутках потерянной жизни за год по формуле

$$СПЖ_{\Sigma} = СПЖ_{np} + СПЖ_{г} + СПЖ_{б}, \quad (10.1)$$

где $СПЖ_{np}$, $СПЖ_{г}$, $СПЖ_{б}$ – время сокращения продолжительности жизни человека при пребывании его соответственно в производственных, городских и бытовых условиях, сут.

Расчет снижения продолжительности жизни по фактору неблагоприятных условий производства осуществляется по формуле

$$СПЖ_{np} = (K_{np} + K_m + K_n) \cdot (T - T_n), \quad (10.2)$$

где K_{np} – ущерб здоровью на основании оценки условий труда по факторам производственной среды сут./год;

K_m – ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса, сут./год;

K_n – ущерб здоровью по показателю напряженности трудового процесса, сут./год;

T – возраст человека, лет;

T_n – возраст к началу трудовой деятельности, лет.

Ущерб здоровью на основании оценки условий труда по факторам производственной среды K_{np} рассчитывается в зависимости от класса вредности условий труда по табл. 10.1.

Неблагоприятные условия труда – это условия труда, отягощенные вредными и опасными факторами производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса.

Вредные и опасные производственные факторы – это негативные факторы на производстве, воздействие которых на работающих приводит к ухудшению самочувствия и развитию заболеваний (вредные факторы) или к травме (резкому ухудшению здоровья) и даже гибели человека (это опасные факторы).

Человек, занятый трудовой деятельностью, всегда испытывает нагрузки: физические (тяжесть труда) и психоэмоциональные (напряженность труда). Эти нагрузки иначе называются факторами трудового процесса.

Тяжесть труда – характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма.

Напряженность труда – характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника.

Условия труда по степени вредности и опасности подразделяются на 4 класса – оптимальные (1 класс) и допустимые (2 класс) (безопасные условия труда), вредные (они, в свою очередь, – на четыре степени вредности – 3.1; 3.2; 3.3; 3.4) и опасные (4 класс).

Связь между совокупностью вредных производственных факторов и классами условий труда представлена в Методике проведения специальной оценки условий труда, утвержденной приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. № 33н, а в данной работе – в табл. 10.1–10.3, составленных на основе указанной выше Методики.

Ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса K_m определяется в зависимости от класса условий труда по табл. 10.2.

Таблица 10.1

**Определение скрытого ущерба здоровью
на основании классов условий труда показателей производственной среды**

Фактические условия труда	Класс условий труда	Ущерб, суток за год (K_{np})
1 фактор класса 3.1	3.1	2,5
2 фактора класса 3.1	3.1	3,75
3 и более факторов класса 3.1	3.2	5,1
1 фактор класса 3.2	3.2	8,75
2 и более факторов класса 3.2	3.3	12,6
1 фактор класса 3.3	3.3	18,75
2 и более факторов класса 3.3	3.4	25,1
1 фактор класса 3.4	3.4	50,0
2 и более факторов класса 3.4	4	75,1
Наличие факторов класса 4	4	75,1

Таблица 10.2

Скрытый ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса

Фактические условия труда	Класс условий труда	Ущерб, суток за год (K_r)
Менее 3 показателей класса 2	2	–
1 показатель класса 3.1	3.1	3,75
2 и более показателей класса 3.1	3.2	5,1
1 показатель класса 3.2	3.2	8,75
2 показателя класса 3.2	3.3	12,6
Более 2 показателей класса 3.2	3.3	18,75

Ущерб здоровью по показателю напряженности трудового процесса K_n определяется в зависимости от класса условий труда по табл. 10.3.

Таблица 10.3

**Скрытый ущерб здоровью
по показателю напряженности трудового процесса**

Класс вредности условий труда	Время сокращения продолжительности жизни, сут./год	
	диапазон	среднее значение K_n
2	Менее 2,5	–
3.1	От 2,5 до 5,0	3,75
3.2	От 5,1 до 12,5	8,75

Сокращение продолжительности жизни человека по фактору неблагоприятных условий городской среды определяется по формуле

$$СПЖ_{Г} = (K_{Г1} T_T + K_{Г2} \frac{t}{24} T_T), \quad (10.3)$$

где $K_{Г1}$ и $K_{Г2}$ – скрытый ущерб здоровью по вредным факторам городской среды, соответственно, от загрязнения воздуха и поездки на общественном транспорте, сут./год; t – время, затрачиваемое человеком ежедневно на проезд на работу и домой, отнесенное к 24 ч, ч; T_T – количество лет, в течение которых человек использует общественный транспорт для поездки на работу.

Сокращение продолжительности жизни человека по фактору неблагоприятных бытовых условий в предположении, что человек курит, определяется по формуле

$$СПЖ_{б} = (K_{б1} T + K_{б2} \frac{n}{20} T_k), \quad (10.4)$$

где $K_{б1}$ и $K_{б2}$ – скрытый ущерб здоровью по вредным факторам бытовой среды, соответственно, от неблагоприятных жилищных условий и от курения, сут./год; n – количество сигарет, выкуриваемых человеком в день, отнесенное к 20 сигаретам, приводящим к отравлению, пограничному между хроническим и острым;

T_k – стаж курильщика, лет.

Значения ущербов по городской среде $K_{Г1}$ $K_{Г2}$ и по бытовой среде $K_{б1}$, $K_{б2}$ приведены в табл. 10.4.

Таблица 10.4

**Скрытый ущерб здоровью
по вредным факторам городской и бытовой среды**

Среда	Вредные факторы		
	наименование	обозначение	ущерб, сут./год
Городская	Загрязнение воздуха в крупных городах	$K_{Г1}$	5
	Ежедневная поездка в часы «пик» в общественном транспорте	$K_{Г2}$	2

Бытовая	Проживание в неблагоприятных жилищных условиях	K_{61}	7
	Ежедневное курение	K_{62}	50

Порядок выполнения работы

1. Внимательно изучите вариант задания, выданный преподавателем.
2. В соответствии с полученным заданием проведите оценку условий труда на рабочем месте по каждому негативному фактору.
3. Рассчитайте скрытый ущерб здоровью по фактору неблагоприятных условий производства на основании общей оценки класса условий труда. Значение K_{np} выберите из табл. 10.1.
4. Оцените ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса на основе табл. 10.2.
5. Оцените ущерб здоровью по показателю напряженности трудового процесса (табл. 10.3).
6. Оцените влияние вредных факторов городской и бытовой среды (табл. 10.4).
8. Сделайте выводы по итоговому СПЖ.

Варианты заданий к лабораторной работе 10

Задание 1

Определите сокращение продолжительности жизни рабочего-заточника в зависимости от класса условий труда в механическом цехе, условий проживания, поведения и суммарный риск его гибели.

По результатам специальной оценки условий труда выявлено, что на рабочем месте присутствуют вредные производственные факторы со следующими классами: химический – 3.2; АПФД – 3.1, параметры световой среды – 3.1; шум – 3.2; вибрация локальная – 3.2, тяжесть труда – 3.1 (1 показатель класса 3.1).

Заточник живет около нефтеперерабатывающего завода, ему 45 лет, трудиться начал с 15 лет, выкуривает 20 сигарет в день в течение 30 лет. Время в пути до места работы составляет 1 ч, в общественном транспорте заточник также подвергается воздействию вибрации. Трудовой стаж – 27 лет.

Задание 2. Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели мастера (инженера) участка виброуплотнения и термообработки стержневых смесей литейного цеха. По результатам специальной оценки условий труда выявлено, что на рабочем месте присутствуют вредные производственные факторы со следующими классами: неионизирующие излучения – 3.1, химический фактор – 3.1, общая вибрация – 3.2, шум – 3.3, параметры микроклимата – 3.2, АПФД – 3.2.

Мастер живет за городом, куда добирается на электричке и автобусе в течение 1,5 ч. Дом его расположен около железнодорожного переезда и уровень инфразвука от маневровых тепловозов в доме в ночное время превышает ПДУ на 10 дБ. Ему 60 лет, из них 45 лет он курит в среднем по 12 сигарет в день. Трудовой стаж 40 лет.

Задание 3. Определите величину сокращения продолжительности жизни оператора гибкого автоматизированного комплекса, рабочее место которого

оснащено компьютером буквенно-цифрового типа. По результатам специальной оценки условий труда выявлено, что на рабочем месте присутствуют вредные производственные факторы со следующими классами: напряженность труда – 3.2. Живет за городом, куда добирается на общественном транспорте в течение 1,5 ч. 40 лет, не курит. Трудовой стаж 12 лет.

Задание 4. Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели инженера 50 лет, работающего на Иркутском авиационном заводе в качестве мастера окрасочного участка.

По результатам специальной оценки условий труда выявлено, что на рабочем месте присутствуют вредные производственные факторы со следующими классами: химический фактор – 3.3, шум – 3.3, параметры световой среды – 3.1, неонизирующее излучение – 3.2, напряженность труда – 2.

Живет рядом с хлебозаводом, который работает круглосуточно. Системы вентиляции создают в ночное время уровни шума, превышающие ПДУ на 25 дБА. Добирается домой на двух видах городского транспорта в течение 1 ч 15 мин. Курит в течение уже 20 лет, в среднем по 15 сигарет в день, трудовой стаж 25 лет.

Задание 5. По результатам специальной оценки условий труда выявлено, что на рабочем месте присутствуют вредные производственные факторы со следующими классами: АПФД – 3.3, параметры световой среды – 3.1; шум – 3.2; вибрация локальная – 3.1, параметры микроклимата – 3.1, тяжесть труда – 3.1 (1 показатель класса 3.1).

Токарь ездит на работу на общественном транспорте по 40 мин в одну сторону. Курит с 16 лет по пачке (20 штук) сигарет в день. Возраст 34 года. Трудовой стаж 16 лет.

Задание 6. Гардеробщица принимает верхнюю одежду (одноразовый подъем груза около 3 кг), несет ее до вешалки (передвижение от 1 до 12 м), поднимает на высоту 1,6 м и вешает. По результатам специальной оценки условий труда выявлено, что на рабочем месте присутствуют вредные производственные факторы со следующими классами: тяжесть труда – 3.1. (1 показатель класса 3.1).

Живет женщина в большом городе, дом стоит вдоль оживленной автомагистрали, на работу добирается на общественном транспорте, затрачивая около 30 мин в одну сторону. Ей 50 лет, из которых она 30 лет курит примерно по полпачки сигарет в день (10 штук). Трудовой стаж – 18 лет.

Задание 7. Каротажник занят переборкой оборудования на буровую: с напарником загружает оборудование. По результатам специальной оценки условий труда выявлено, что на рабочем месте присутствуют вредные производственные факторы со следующими классами: тяжесть труда – 3.3 (более 2-х показателей класса 3.2).

Каротажнику 45 лет, из которых он 30 лет курит примерно по полпачки (10 штук) сигарет в день. Работает он вахтовым методом, заброска на буровую осуществляется вертолетом по 2 ч в каждую сторону. Продолжительность вахты 29 дней, после чего он отдыхает дома. Живет в большом городе около оживленной автотрассы. Трудовой стаж – 27 лет.

Задание 8. Рабочее место электролизника расплавленных солей. Цех электролиза алюминия. Работа связана с ведением технологического процесса электролиза алюминия, технологической обработкой электролизеров. По результатам специальной оценки условий труда выявлено, что на рабочем месте присутствуют вредные производственные факторы со следующими классами: неионизирующие излучения – 3.2, параметры световой среды – 3.1, химический фактор – 3.3, шум – 3.2, параметры микроклимата – 3.2, АПФД – 3.2, тяжесть труда – 3.2 (2 показателя класса 3.1).

Живет электролизник (возраст 40 лет) вблизи завода, поэтому на работу ходит пешком. Трудовой стаж – 22 года.

Задание 9. Электрогазосварщик работает в цехе производства анодной массы, на участке прокаливания кокса. Занимается электродуговой сваркой трубопроводов пара. По результатам специальной оценки условий труда выявлено, что на рабочем месте присутствуют вредные производственные факторы со следующими классами: параметры световой среды – 3.2, химический фактор – 3.4, шум – 3.2, параметры микроклимата – 3.3, АПФД – 3.2, тяжесть труда – 3.2 (1 показатель класса 3.2).

На работу электрогазосварщик добирается трамваем по 40 мин в одну сторону, курит с 17 лет, выкуривая по 20 штук сигарет в день. Возраст 35 лет. Трудовой стаж – 17 лет.

Задание 10. Главный инженер завода. Рабочее место оснащено компьютером, за которым он проводит больше 4 ч в день. Работа связана с комплексной оценкой производственной деятельности завода. По результатам специальной оценки условий труда выявлено, что на рабочем месте присутствуют вредные производственные факторы со следующими классами: параметры световой среды – 3.1.

Мужчине 44 года, на работу добирается на автомашине, затрачивая на дорогу по 40–60 мин, поскольку живет за городом. Он курит с 22 лет примерно по 10 сигарет в день. Трудовой стаж – 26 лет.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие условия труда называются неблагоприятными?
2. Дайте определение понятиям вредные и опасные производственные факторы?
3. Какие факторы относятся к факторам трудового процесса?
4. Что такое тяжесть труда?
5. Что такое напряженность труда?

Лабораторная работа 11

Определение размера страховых выплат пострадавшему при возникновении несчастного случая на производстве

Цель работы: ознакомиться с процедурой определения размера страховых выплат пострадавшему при возникновении несчастном случая на производстве.

Теоретические положения

Обязательное страхование – форма страхования, при которой страховые отношения между страховщиком и страхователем возникают в силу закона.

Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний осуществляется в Российской Федерации с января 2000 года в соответствии с Федеральным законом от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», которым установлены правовые, экономические и организационные основы обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний и определен порядок возмещения вреда, причиненного жизни и здоровью работника при исполнении им обязанностей по трудовому договору и в иных установленных настоящим Федеральным законом случаях.

Субъекты страхования:

– застрахованный – физическое лицо, подлежащее обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с положениями пункта 1 статьи 5 Федерального закона от 24.07.1998 № 125-ФЗ;

– страхователь – юридическое лицо любой организационно-правовой формы (в том числе иностранная организация, осуществляющая свою деятельность на территории Российской Федерации и нанимающая граждан Российской Федерации) либо физическое лицо, нанимающее лиц, подлежащих обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с пунктом 1 статьи 5 Федерального закона от 24.07.1998 № 125-ФЗ;

– страховщик – Фонд социального страхования Российской Федерации.

Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний предусматривает:

– обеспечение социальной защиты застрахованных и экономической заинтересованности субъектов страхования в снижении профессионального риска;

– возмещение вреда, причиненного жизни и здоровью застрахованного при исполнении им обязанностей по трудовому договору и в иных установленных настоящим Федеральным законом случаях, путем предоставления застрахованному в полном объеме всех необходимых видов обеспечения по страхованию, в том числе оплату расходов на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию;

– обеспечение предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

Средства на осуществление обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний формируются за счет:

- обязательных страховых взносов страхователей;
- взыскиваемых штрафов и пени;
- капитализированных платежей, поступивших в случае ликвидации страхователей;
- иных поступлений, не противоречащих законодательству Российской Федерации.

В соответствии с Федеральным законом от 21.12.2021 № 413-ФЗ «О страховых тарифах на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний на 2022 год и на плановый период 2023 и 2024 годов» страховые взносы на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний уплачиваются страхователем в порядке и по тарифам, которые установлены Федеральным законом от 22.12.2005 № 179-ФЗ «О страховых тарифах на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний на 2006 год».

Страховые тарифы на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний определяются в процентах к суммам выплат и иных вознаграждений, которые начислены в пользу застрахованных в рамках трудовых отношений и гражданско-правовых договоров, предметом которых являются выполнение работ и (или) оказание услуг, договора авторского заказа и включаются в базу для начисления страховых взносов на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с Федеральным законом от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».

В 2022 году и в плановом периоде 2023 и 2024 годов сохраняются 32 класса профессионального риска, размеры и диапазон страховых тарифов от 0,2 до 8,5 %.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 01.12.2005 № 713 утверждены Правила отнесения видов экономической деятельности к классу профессионального риска, которые определяют порядок отнесения видов экономической деятельности к классу профессионального риска в целях установления страховых тарифов на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, которые устанавливаются страхователям в соответствии классом профессионального риска осуществляемого ими основного вида экономической деятельности.

Основной вид деятельности страхователя – юридического лица, а также виды экономической деятельности подразделений страхователя, являющихся

самостоятельными классификационными единицами, ежегодно подтверждаются страхователем в порядке, установленном Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации.

Отнесение вида экономической деятельности к классу профессионального риска определяется исходя из величины интегрального показателя профессионального риска, который определяется как отношение общей суммы расходов на обеспечение по страхованию в истекшем календарном году, к сумме выплат и иных вознаграждений в пользу застрахованных лиц за истекший календарный год, на которые начислены страховые взносы на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

В соответствии со статьей 22 Федерального закона от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» страховые взносы уплачиваются страхователем (работодателем) исходя из страхового тарифа с учетом скидки или надбавки, устанавливаемых страховщиком.

Скидки и надбавки к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний устанавливаются страхователям в соответствии с Правилами, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 30.05.2012 № 524.

Размер скидки и надбавки рассчитывается страховщиком в соответствии с Методикой расчета скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, утверждаемой Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации по согласованию с Министерством финансов Российской Федерации и страховщиком (приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 01.08.2012 № 39н).

Обеспечение пострадавших осуществляется страховщиком в виде:

а) пособия по временной нетрудоспособности, назначаемого в связи со страховым случаем;

б) страховых выплат (в зависимости от стойкой утраты профессиональной трудоспособности):

– единовременной страховой выплаты;

– ежемесячных страховых выплат;

г) оплаты дополнительных расходов на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию застрахованного при наличии прямых последствий страхового случая.

Условия, размеры и порядок оплаты дополнительных расходов на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию застрахованного определяются в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 15.05.2006 № 286.

Пособие по временной нетрудоспособности в связи с несчастным случаем на производстве и профессиональным заболеванием выплачивается пострадавшему в размере 100 % его среднего месячного заработка (дохода) за весь период нетрудоспособности до его выздоровления или установления учреждением медико-социальной экспертизы стойкой утраты профессиональной трудоспособности.

Среднемесячный заработок застрахованного исчисляется путем деления общей суммы его заработка (с учетом премий, начисленных в расчетном периоде) за 12 месяцев, повлекшей повреждение здоровья работы, предшествовавших месяцу, в котором с ним произошел несчастный случай на производстве, установлен диагноз профессионального заболевания или (по выбору застрахованного) установлена утрата (снижение) его профессиональной трудоспособности, на 12. По желанию застрахованного при наступлении страхового случая по причине получения им профессионального заболевания средний месячный заработок может быть подсчитан за последние 12 месяцев работы, предшествовавших прекращению работы, повлекшей такое заболевание.

Максимальный размер пособия по временной нетрудоспособности в связи с несчастным случаем на производстве или профессиональным заболеванием за полный календарный месяц не может превышать четырехкратный максимальный размер ежемесячной страховой выплаты, установленный в соответствии с пунктами 12 и 13 статьи 12 Федерального закона от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» с 01.02.2021 – 362 068,56 руб. (90 517,14 руб. · 4). Размер пособия по временной нетрудоспособности в связи с несчастным случаем на производстве рассчитывается по формуле

$$V_{\text{нт}} = 3П_{\text{д}} \cdot T, \quad (11.1)$$

где $V_{\text{нт}}$ – размер пособия по временной нетрудоспособности, руб.;

$3П_{\text{д}}$ – средний дневной заработок пострадавшего, руб.;

T – количество дней временной нетрудоспособности, сут.;

Единовременные и ежемесячные страховые выплаты назначаются, если по заключению учреждения медико-социальной экспертизы застрахованный работник в результате несчастного случая на производстве или профессионального заболевания полностью или частично утратил профессиональную трудоспособность, либо могут быть назначены лицам, имеющим право на получение таких выплат в случае смерти застрахованного.

Максимальный размер единовременной и ежемесячной страховой выплаты подлежит индексации один раз в год с 1 февраля текущего года исходя из индекса роста потребительских цен за предыдущий год. Коэффициент индексации определяется Правительством Российской Федерации.

Размер ежемесячной страховой выплаты, которая компенсирует застрахованному заработок, утраченный в связи с трудовым увечьем (профессиональным заболеванием), определяется как доля среднего месячного заработка застрахованного, исчисленная в соответствии со степенью утраты им професси-

ональной трудоспособности. В местностях, где установлены районные коэффициенты, процентные надбавки к заработной плате, размер ежемесячной страховой выплаты определяется с учетом этих коэффициентов и надбавок.

Степень утраты застрахованным профессиональной трудоспособности устанавливается учреждением медико-социальной экспертизы. Порядок установления степени утраты профессиональной трудоспособности в результате несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний определяется Правительством Российской Федерации.

Если комиссией, проводившей расследование страхового случая, было установлено, что грубая неосторожность застрахованного содействовала возникновению или увеличению вреда, причиненного его здоровью, то ежемесячная страховая выплата уменьшается пропорционально установленному размеру вины, но не более чем на 25 %. Пострадавший может оспорить степень своей вины в суде. Расчет ежемесячной страховой выплаты определяется по следующей формуле

$$V_{\text{ежв}} = ЗП_{\text{д}} \cdot T \cdot УПТ \cdot СТ, \quad (11.2)$$

где $V_{\text{ежв}}$ – размер ежемесячной выплаты, руб.;

$ЗП_{\text{д}}$ – средний дневной заработок пострадавшего, руб.;

T – количество дней стойкой утраты трудоспособности, сут.;

$УПТ$ – степень утраты профессиональной трудоспособности;

$СТ$ – степень вины пострадавшего.

Исчисленная и назначенная ежемесячная страховая выплата в дальнейшем перерасчете не подлежит, за исключением случаев изменения степени утраты профессиональной трудоспособности, изменения круга лиц, имеющих право на получение страховых выплат в случае смерти застрахованного, а также случаев индексации страховой выплаты.

Максимальный размер ежемесячной страховой выплаты с 01.02.2022 не может превышать 90 517,14 руб.

Размер единовременной страховой выплаты устанавливается в соответствии со степенью утраты профессиональной трудоспособности застрахованного лица, установленной учреждением медико-социальной экспертизы. В местностях, где установлены районные коэффициенты, процентные надбавки к заработной плате, размер ежемесячной страховой выплаты определяется с учетом этих коэффициентов и надбавок.

Размер единовременной страховой выплаты определяется в соответствии со степенью утраты застрахованным профессиональной трудоспособности исходя из максимальной суммы, равной с 01.02.2022 – 117 722,96 рублей. Соответственно, размер единовременной страховой выплаты определяется по следующей формуле

$$V_{\text{едв}} = V_{\text{макс}} \cdot УПТ \cdot K_{\text{р}} \cdot K_{\text{с}}, \quad (11.3)$$

где $V_{\text{едв}}$ – размер единовременной выплаты, руб.;

$V_{\text{макс}}$ – законодательно утвержденная максимальная сумма единовременной страховой выплаты, руб.;

УПТ – степень утраты профессиональной трудоспособности;

K_p – районный коэффициент;

K_c – северный коэффициент.

В случае смерти застрахованного размер единовременной страховой выплаты составляет 1 миллион рублей. Вина пострадавшего не учитывается при его смерти и никак не отражается на выплатах иждивенцам.

Право на получение выплат по потере кормильца имеют:

– дети умершего, не достигшие возраста 18 лет, а также его дети, обучающиеся по очной форме обучения, – до окончания ими такого обучения, но не дольше чем до достижения ими возраста 23 лет;

– ребенок умершего, родившийся после его смерти;

– один из родителей, супруг (супруга) либо другой член семьи независимо от его трудоспособности, который не работает и занят уходом за состоявшими на иждивении умершего его детьми, внуками, братьями и сестрами, не достигшими возраста 14 лет либо достигшими указанного возраста, но по заключению учреждения медико-социальной экспертизы или медицинской организации признанными нуждающимися по состоянию здоровья в постороннем уходе;

– иные нетрудоспособные лица, состоявшие на иждивении умершего или имевшие ко дню его смерти право на получение от него содержания, а также лица, состоявшие на иждивении умершего, ставшие нетрудоспособными в течение пяти лет со дня его смерти.

В случае смерти застрахованного размер ежемесячных страховых выплат лицам, имеющим на них право, исчисляется исходя из среднего месячного заработка застрахованного, за вычетом долей, приходящихся на него самого и трудоспособных лиц, состоявших на его иждивении, но не имеющих право на получении выплат. Для определения размера выплат каждому лицу, имеющему на них право, общий размер указанных выплат делится на число таких лиц.

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретические положения.
2. В соответствии с полученным заданием провести расчет социальных выплат пострадавшему при возникновении несчастного случая на производстве.
3. Подготовить ответы на контрольные вопросы.

Варианты заданий к лабораторной работе 11

Задание 1. Работник после возникновения несчастного случая на производстве получил стойкую утрату трудоспособности на определенный срок. Степень вины – 0 %. Районный коэффициент – 1,2. Северный коэффициент – 1,3. Средний дневной заработок пострадавшего – 1500 руб. На больничном работник пробыл 40 дней и после это, по решению медкомиссии, 365 дней имел стойкую утрату трудоспособности (20 %). Рассчитайте полученные работником за весь срок выплаты по временной нетрудоспособности, за единовременную и

ежемесячную страховые выплаты пострадавшему при возникновении несчастного случая на производстве. Индексаций выплат не было.

Задание 2. Работник после возникновения несчастного случая на производстве получил стойкую утрату трудоспособности на определенный срок. Степень вины – 40 %. Районный коэффициент – 1,2. Северный коэффициент – 1,2. Средний дневной заработок пострадавшего – 1000 руб. На больничном работник пробыл 20 дней и после это, по решению медкомиссии, 1825 дней имел стойкую утрату трудоспособности (60 %). Рассчитайте полученные работником за весь срок выплаты по временной нетрудоспособности, за единовременную и ежемесячную страховые выплаты пострадавшему при возникновении несчастного случая на производстве. Индексаций выплат не было.

Задание 3. Работник после возникновения несчастного случая погиб. Степень вины – 100 %. Районный коэффициент – 1,5. Северный коэффициент – 2. Средний дневной заработок пострадавшего – 2000 руб. Имеет иждивенца – ребенка, которому на момент гибели кормильца было 2 года, который в будущем поступит на очное обучение в высшее образовательное учреждение. Индексаций выплат не было. Рассчитайте полученные иждивенцем за весь срок страховые выплаты по гибели кормильца при несчастном случае на производстве.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение понятию «обязательное страхование».
2. Дайте определение понятию «страховщик».
3. Сколько классов профессионального риска утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 01.12.2005 № 713?
4. Кем устанавливается степень утраты профессиональной трудоспособности?

Лабораторная работа 12

Оказание первой помощи пострадавшим на производстве

Цель работы: ознакомиться с основными правилами и мероприятиями по оказанию первой помощи.

Теоретические положения

В соответствии с Федеральным законом от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан Российской Федерации» и приказом Минздравсоцразвития России от 04.05.2012 № 477 первая помощь до оказания медицинской помощи оказывается гражданам при несчастных случаях, травмах, отравлениях и других состояниях и заболеваниях, угрожающих их жизни и здоровью, лицами, обязанными оказывать первую помощь в соответствии с федеральным законом или со специальным правилом и имеющими соответствующую подготовку, в том числе сотрудниками внутренних дел Российской Федерации, сотрудниками, военнослужащими и работниками Государственной противопожарной службы, спасателями аварийно-спасательных формирований и аварийно-спасательных служб.

Перечень состояний, при которых оказывается первая помощь:

1. Отсутствие сознания.
2. Остановка дыхания и кровообращения.
3. Наружные кровотечения.
4. Инородные тела верхних дыхательных путей.
5. Травмы различных областей тела.
6. Ожоги, эффекты воздействия высоких температур, теплового излучения.
7. Отморожение и другие эффекты воздействия низких температур.
8. Отравления.

Мероприятия по оказанию первой помощи

1. Мероприятия по оценке обстановки и обеспечению безопасных условий для оказания первой помощи:

- определение угрожающих факторов для собственной жизни и здоровья;
- определение угрожающих факторов для жизни и здоровья пострадавшего;
- устранение угрожающих факторов для жизни и здоровья;
- прекращение действия повреждающих факторов на пострадавшего;
- оценка количества пострадавших;
- извлечение пострадавшего из транспортного средства или других труднодоступных мест;
- перемещение пострадавшего.

2. Вызов скорой медицинской помощи, других специальных служб, сотрудники которых обязаны оказывать первую помощь в соответствии с федеральным законом или со специальным правилом.

3. Определение наличия сознания у пострадавшего.

4. Мероприятия по восстановлению проходимости дыхательных путей и определению признаков жизни у пострадавшего:

- запрокидывание головы с подъемом подбородка;
- выдвижение нижней челюсти;
- определение наличия дыхания с помощью слуха, зрения и осязания;
- определение наличия кровообращения, проверка пульса на магистральных артериях.

5. Мероприятия по проведению сердечно-легочной реанимации до появления признаков жизни:

- давление руками на грудину пострадавшего;
- искусственное дыхание «Рот ко рту»;
- искусственное дыхание «Рот к носу»;
- искусственное дыхание с использованием устройства для искусственного дыхания.

6. Мероприятия по поддержанию проходимости дыхательных путей:

- придание устойчивого бокового положения;
- запрокидывание головы с подъемом подбородка;
- выдвижение нижней челюсти.

7. Мероприятия по обзорному осмотру пострадавшего и временной остановке наружного кровотечения:

- обзорный осмотр пострадавшего на наличие кровотечений;
- пальцевое прижатие артерии;
- наложение жгута;
- максимальное сгибание конечности в суставе;
- прямое давление на рану;
- наложение давящей повязки.

8. Мероприятия по подробному осмотру пострадавшего в целях выявления признаков травм, отравлений и других состояний, угрожающих его жизни и здоровью, и по оказанию первой помощи в случае выявления указанных состояний:

- проведение осмотра головы;
- проведение осмотра шеи;
- проведение осмотра груди;
- проведение осмотра спины;
- проведение осмотра живота и таза;
- проведение осмотра конечностей;
- наложение повязок при травмах различных областей тела, в том числе окклюзионной;
- (герметизирующей) при ранении грудной клетки;
- проведение иммобилизации (с помощью подручных средств, аутоиммобилизация, с использованием изделий медицинского назначения);
- фиксация шейного отдела позвоночника (вручную, подручными средствами, с использованием изделий медицинского назначения);
- прекращение воздействия опасных химических веществ на пострадавшего (промывание желудка путем приема воды и вызывания рвоты, удаление с поврежденной поверхности и промывание поврежденной поверхности проточной водой);

- местное охлаждение при травмах, термических ожогах и иных воздействиях высоких температур или теплового излучения;
- термоизоляция при отморожениях и других эффектах воздействия низких температур.

9. Придание пострадавшему оптимального положения тела.

10. Контроль состояния пострадавшего (сознание, дыхание, кровообращение) и оказание психологической поддержки.

11. Передача пострадавшего бригаде скорой медицинской помощи, другим специальным службам, сотрудники которых обязаны оказывать первую помощь в соответствии с федеральным законом или со специальным правилом.

Для оказания первой помощи предусмотрено наличие аптечки.

Приказом Минздрава России от 15.12.2020 № 1331н «Об утверждении требований к комплектации медицинскими изделиями аптечки для оказания первой помощи работникам».

Аптечка для оказания первой помощи работникам комплектуется следующими медицинскими изделиями, указанными в табл. 12.1.

Таблица 12.1

Комплектация аптечки для оказания первой помощи

№ п/п	Наименование медицинского изделия
1	Маска медицинская нестерильная одноразовая
2	Перчатки медицинские нестерильные, размером не менее М
3	Устройство для проведения искусственного дыхания «Рот-Устройство-Рот»
4	Жгут кровоостанавливающий для остановки артериального кровотечения
5	Бинт марлевый медицинский размером не менее 5 м x 10 см
6	Бинт марлевый медицинский размером не менее 7 м x 14 см
7	Салфетки марлевые медицинские стерильные размером не менее 16 x 14 см № 10
8	Лейкопластырь фиксирующий рулонный размером не менее 2 x 500 см
9	Лейкопластырь бактерицидный размером не менее 1,9 x 7,2 см
10	Лейкопластырь бактерицидный размером не менее 4 x 10 см
11	Покрывало спасательное изотермическое размером не менее 160 x 210 см
12	Ножницы для разрезания повязок

В состав аптечки также включаются следующие прочие средства:

- Инструкция по оказанию первой помощи с применением аптечки для оказания первой помощи работникам;
- Футляр;
- Сумка.

В зависимости от повреждающего фактора травмы подразделяют на: *механические, физические, химические, биологические, психические*. В зависимости от вида травмы используют определенные мероприятия, направленные на спасение жизни и сохранение здоровья пострадавшего.

Способ искусственного дыхания «изо рта в рот» заключается в том, что оказывающий помощь производит выдох из своих легких в легкие пострадавшего через специальное приспособление – дыхательную трубку) или непосредственно в рот или в нос пострадавшего.

Этот способ является наиболее эффективным, поскольку количество воздуха, поступающего в легкие пострадавшего за один вдох, в 4 раза больше, чем при других способах искусственного дыхания. Кроме того, при применении данного способа искусственного дыхания обеспечивается возможность контролировать поступление воздуха в легкие пострадавшего по отчетливо видимому расширению грудной клетки после каждого вдувания воздуха и последующему спаданию грудной клетки после прекращения вдувания в результате пассивного выдоха воздуха через дыхательные пути наружу.

Для проведения искусственного дыхания пострадавшего следует уложить на спину, раскрыть ему рот и после удаления изо рта посторонних предметов и слизи (платком или концом рубашки) вложить в него трубку: взрослому – длинным концом, а ребенку (подростку) – коротким. При этом необходимо следить, чтобы язык пострадавшего не запал назад и не закрыл дыхательные пути, и вставленная в рот трубка попала в дыхательное горло, а не в пищевод. Для предотвращения западания языка нижняя челюсть пострадавшего должна быть слегка выдвинута вперед.

Для раскрытия гортани следует запрокинуть голову пострадавшего назад, подложив под затылок одну руку, а второй рукой надавить на лоб пострадавшего так, чтобы подбородок оказался на одной линии с шеей. При таком положении головы просвет глотки и верхних дыхательных путей значительно расширяется и обеспечивается их полная проходимость, что является основным условием успеха искусственного дыхания по этому методу.

Для того чтобы выправить трубку во рту и направить ее в дыхательное горло, следует также слегка подвигать вверх и вниз нижнюю челюсть пострадавшего. Затем, встав на колени над головой пострадавшего, следует плотно прижать к его губам фланец дыхательной трубки, а большими пальцами обеих рук зажать пострадавшему нос, чтобы вдуваемый через приспособление воздух не выходил обратно, минуя легкие. Сразу после этого оказывающий помощь делает в трубку несколько сильных выдохов и продолжает их со скоростью около 10–12 выдохов в минуту (каждые 5–6 с) до полного восстановления дыхания пострадавшего или до прибытия врача.

Для обеспечения возможности свободного выхода воздуха из легких пострадавшего оказывающий помощь после каждого вдувания должен освободить рот и нос пострадавшего (не вынимая при этом изо рта пострадавшего трубки приспособления).

При каждом вдувании грудная клетка пострадавшего должна расширяться, а после освобождения рта и носа самостоятельно опускаться. Для обеспечения более глубокого выдоха можно легким нажимом на грудную клетку помочь выходу воздуха из легких пострадавшего.

В процессе проведения искусственного дыхания оказывающий помощь должен следить за тем, чтобы вдуваемый им воздух попадал в легкие, а не в живот пострадавшего. При попадании воздуха в живот, что может быть обнаружено по отсутствию расширения грудной клетки и вздутию живота, необходимо быстро, нажав на верхнюю часть живота под диафрагмой, выпустить воздух и

установить дыхательную трубку в нужное положение путем повторного перемещения вверх и вниз нижней челюсти пострадавшего. После этого следует быстро возобновить искусственное дыхание приведенным выше способом.

При отсутствии на месте происшествия необходимого приспособления следует быстро раскрыть у пострадавшего рот (приведенным выше способом), удалить из него посторонние предметы и слизь, запрокинуть ему голову и оттянуть нижнюю челюсть. После этого оказывающий помощь укладывает на рот пострадавшего марлю или платок, делает глубокий вдох и с силой выдыхает в рот пострадавшего. При вдувании воздуха оказывающий помощь плотно прижимает свой рот к лицу пострадавшего так, чтобы по возможности охватить своим ртом весь рот пострадавшего, а своим лицом зажать ему нос.

После этого спасающий откидывается назад и делает новый вдох. В этот период грудная клетка пострадавшего опускается, и он произвольно делает пассивный выдох. При этом необходимо не сильно нажимать рукой на грудную клетку пострадавшего.

При возобновлении у пострадавшего самостоятельного дыхания некоторое время следует продолжать делать искусственное дыхание до полного приведения пострадавшего в сознание или до прибытия врача. В этом случае вдувание воздуха следует производить одновременно с началом собственного вдоха пострадавшего.

При проведении искусственного дыхания нельзя допускать охлаждения пострадавшего (не оставлять его на сырой земле, каменном, бетонном или металлическом полу). Под пострадавшего следует подстелить что-либо теплое, а сверху укрыть его.

При отсутствии у пострадавшего пульса для поддержания жизнедеятельности организма (для восстановления кровообращения) необходимо, независимо от причины, вызвавшей прекращение работы сердца, одновременно с искусственной вентиляцией легких (искусственным дыханием) проводить наружный массаж сердца. При этом следует иметь в виду, что без правильной и своевременной предварительной помощи пострадавшему помощь прибывшего врача может оказаться запоздалой и неэффективной.

Наружный (непрямой) массаж производится путем ритмичных сжатий через переднюю стенку грудной клетки при надавливании на относительно подвижную нижнюю часть грудины, позади которой расположено сердце. При этом сердце прижимается к позвоночнику, и кровь из его полостей выжимается в кровеносные сосуды. Повторяя надавливание с частотой 60-70 раз в минуту, можно обеспечить достаточное кровообращение в организме при отсутствии работы сердца.

Для проведения наружного массажа сердца пострадавшего следует уложить спиной на жесткую поверхность (низкий стол, скамейку или пол), обнажить у него грудную клетку, снять пояс, подтяжки и другие стесняющие дыхание предметы одежды. Оказывающий помощь должен встать с правой или левой стороны пострадавшего и занять такое положение, при котором возможен более или менее значительный наклон над пострадавшим. Определив положение нижней трети грудины, оказывающий помощь должен положить на

нее верхний край ладони разогнутой до отказа руки, а затем поверх руки положить другую руку и надавливать на грудную клетку пострадавшего, слегка помогая при этом наклоном своего корпуса.

Надавливание следует производить быстрым толчком так, чтобы продвинуть нижнюю часть грудины вниз в сторону позвоночника на 3–4 см, а у полных людей – на 5–6 см. Усилие при надавливании следует концентрировать на нижней части грудины, которая благодаря прикреплению ее к хрящевым окончаниям нижних ребер является подвижной. Верхняя часть грудины прикреплена неподвижно к костным ребрам и при надавливании на нее может переломиться. Следует избегать также надавливания на окончание нижних ребер, так как это может привести к их перелому. Ни в коем случае нельзя надавливать ниже края грудной клетки (на мягкие ткани), так как можно повредить расположенные здесь органы, в первую очередь печень. Надавливание на грудину следует повторять примерно 1 раз в секунду.

После быстрого толчка руки остаются в достигнутом положении примерно в течение одной трети секунды. После этого руки следует снять, освободив грудную клетку от давления, чтобы дать возможность ей расправиться. Это благоприятствует притоку крови из больших вен в сердце и его заполнению кровью.

Поскольку надавливание на грудную клетку затрудняет ее расширение при вдохе, вдувание следует производить в промежутках между надавливаниями или же во время специальной паузы, предусматриваемой через каждые 4–6 надавливаний на грудную клетку.

В случае, если оказывающий помощь не имеет помощника и вынужден проводить искусственное дыхание и наружный массаж сердца один, следует чередовать проведение указанных операций в следующем порядке: после двух-трех глубоких вдуваний в рот или нос пострадавшего, оказывающий помощь производит 4–6 надавливаний на грудную клетку, затем снова производит 2–3 глубоких вдувания и опять повторяет 4–6 надавливаний с целью массажа сердца и т. д.

При наличии помощника один из оказывающих помощь – менее опытный в этом вопросе – должен проводить искусственное дыхание путем вдувания воздуха как менее сложную процедуру, а второй – более опытный – производить наружный массаж сердца. При этом вдувание воздуха следует приурочить ко времени прекращения надавливания на грудную клетку или прерывая на время вдувания (примерно на 1 с) массаж сердца.

При равной квалификации лиц, оказывающих помощь, целесообразно каждому из них проводить искусственное дыхание и наружный массаж сердца, поочередно сменяя друг друга через каждые 5–10 мин. Такое чередование будет менее утомительно, чем непрерывное проведение одной и той же процедуры, особенно массажа сердца.

Эффективность наружного массажа сердца проявляется в первую очередь в том, что каждое надавливание на грудину приводит к появлению у пострадавшего пульсирующего колебания стенок артерий (проверяется другим лицом).

При правильном проведении искусственного дыхания и массажа сердца у пострадавшего появляются следующие признаки оживления:

– улучшение цвета лица, приобретающего розоватый оттенок вместо серо-землистого цвета с синеватым оттенком, который был у пострадавшего до оказания помощи;

– появление самостоятельных дыхательных движений, которые становятся все более равномерными по мере продолжения мероприятий по оказанию помощи (оживлению);

– сужение зрачков.

Степень сужения зрачков может служить наиболее верным показателем эффективности оказываемой помощи. Узкие зрачки у оживляемого указывают на достаточное снабжение мозга кислородом, а начинающееся расширение зрачков свидетельствует об ухудшении снабжения мозга кровью и необходимости принятия более эффективных мер по оживлению пострадавшего. Для этого в т. ч. следует поднять ноги пострадавшего примерно на 0,5 м от пола и оставлять их в поднятом положении в течение всего времени наружного массажа сердца. Такое положение ног пострадавшего способствует лучшему притоку крови в сердце из вен нижней части тела. Для поддержания ног в поднятом положении под них следует что-либо подложить.

Искусственное дыхание и наружный массаж сердца следует проводить до появления самостоятельного дыхания и работы сердца, однако появление слабых вдохов (при наличии пульса) не дает оснований для прекращения искусственного дыхания. В этом случае, как уже указывалось выше, вдувание воздуха следует приурочить к моменту начала собственного вдоха пострадавшего.

О восстановлении деятельности сердца у пострадавшего судят по появлению у него собственного, не поддерживаемого массажем регулярного пульса. Для проверки пульса прерывают массаж на 2–3 с, и если пульс сохраняется, то это указывает на самостоятельную работу сердца. При отсутствии пульса во время перерыва необходимо немедленно возобновить массаж.

Следует помнить, что даже кратковременное прекращение оживляющих мероприятий (1 мин и менее) может привести к непоправимым последствиям.

После появления первых признаков оживления наружный массаж сердца и искусственное дыхание следует продолжать в течение 5–10 мин, приурочивая вдувание к моменту собственного вдоха.

Основные виды первой помощи при различных травмах и состояниях

Раны

Если рана сильно кровоточит, то сначала надо остановить кровотечение. Рану сверху накрыть чистой марлей, перевязать всю рану бинтом. Если в распоряжении имеется настойка йода, спирт этиловый, то кожу вокруг раны сначала дважды или трижды протереть марлей или ватой, смоченной этим раствором.

Ушибы

При ушибе необходимо наложить давящую повязку, холод (платок, смоченный холодной водой, снег или лед в целлофановом пакете) на ушибленное место.

Растяжения связок

При растяжениях связок необходимо наложить тугую повязку, холод.

Вывихи

При вывихе надо создать конечности максимальный покой. Вправлять вывихи должен только медицинский работник.

Переломы

При переломах наложить шину (например, из доски, фанеры, палок, картона), зафиксировать два ближайших сустава. При открытых переломах, перед тем как наложить шину, надо наложить стерильную повязку на рану. Даже при подозрении на перелом фиксация конечности обязательна.

Ожоги

При *термическом ожоге* надо устранить причину, вызвавшую ожог, промыть место ожога холодной водой (при ожоге без нарушения целостности ожоговых пузырей), наложить стерильную повязку, при возможности положить снег, лед или иной холод на 15–20 минут.

В случае *химического ожога* необходимо обильно промыть место ожога холодной водой или молоком, мочой, мыльной водой, слабым раствором пищевой соды.

Отморожения

При отморожении необходимо медленное и постепенное согревание пострадавшего (перенос в теплое помещение), наложение повязок, обильное теплое питье (чай, кофе), принуждение к движению.

Электротравмы

При электротравме необходимо соблюдая меры личной безопасности, прекратить действие тока на организм (например, выключить рубильник, вывернуть предохранительные пробки на щите, оттянуть провод сухой деревянной палкой, сухой веревкой или оттащить пострадавшего, используя при этом диэлектрические перчатки или подручные изолирующие средства: сухую веревку, палку, доску, прорезиненный плащ, резиновый коврик). На область ожога наложить сухую повязку, обеспечить пострадавшему полный покой и вызвать врача.

В случае отсутствия у пострадавшего дыхания и пульса необходимо расстегнуть одежду, начать искусственную вентиляцию легких и наружный массаж сердца до восстановления самостоятельного дыхания и сердцебиения.

Обморок

В случае обморока необходимо уложить пострадавшего в горизонтальное положение, приподнять ноги, расстегнуть стесняющую одежду, обеспечить доступ свежего воздуха, лицо обрызгать холодной водой, дать понюхать нашатырный спирт или уксус на ватке, натереть этими средствами виски, надавить болевую точку под носом или помассировать ее.

Тепловой (солнечный) удар

При тепловом (солнечном) ударе перенести пострадавшего в тень, расстегнуть одежду и уложить с приподнятой головой, наложить на голову холодный компресс, напоить холодной водой. Применить холодное обертывание (например, мокрой простыней). При необходимости провести наружный массаж сердца и искусственную вентиляцию легких.

Отравления

При *пищевом отравлении, отравлении разными ядами* необходимо удалить вещества, вызвавшие отравление (промывание желудка, обильное питье, вызвать рвоту путем раздражения задней стенки глотки пальцами).

При *отравлении алкоголем* очистить полость рта от рвотных масс. Удалить остатки алкоголя из желудка (промывание желудка водой до тех пор, пока рвотные массы перестанут пахнуть алкоголем, вызвать рвоту путем раздражения задней стенки глотки пальцем), обильное питье.

Отравление угарным газом

При отравлении угарным газом необходимо соблюдая меры личной безопасности и используя средства индивидуальной защиты дыхания (например, смоченный водой носовой платок), прекратить воздействие газа, обеспечить доступ свежего воздуха, холодное обливание головы, вдыхание нашатырного спирта. При потере сознания и нарушении сердечной деятельности провести искусственную вентиляцию легких и наружный массаж сердца.

Укусы

При укусах змей, насекомых, бешенных животных необходимо уложить пострадавшего с приподнятой конечностью, дать обильное питье, срочно доставить в ближайшее лечебное учреждение для принятия специальных мер.

Остановка кровотечения

Для остановки кровотечения при *венозном кровотечении* необходимо приподнять конечность пострадавшего, наложить на рану давящую повязку (индивидуальный перевязочный пакет или бинт, вату, марлю).

Остановку *артериального кровотечения* осуществлять (не снимая одежды) либо прижатием пальцем артерии к кости на конечности выше места повреждения (на шее и голове прижатием ниже раны или самой раны), либо наложением кровоостанавливающего жгута (платка, ремня) или давящей повязки выше раны поверх рубашки, брюк. До наложения жгута поврежденную конечность следует держать в приподнятом положении. Под жгут вложить записку о времени его наложения. Время, на которое может быть наложен жгут, не должно превышать 2 часов в летнее время и 1-1,5 часа в зимнее.

Засорение глаз

При засорении глаза его следует немедленно промыть водой или двухпроцентным раствором борной кислоты. Голову пострадавшего кладут на противоположную засоренному глазу сторону и направляют струю воды или раствора от наружного угла засоренного глаза к носу, прикрыть глаз стерильной повязкой. Тереть глаз воспрещается.

После оказания первой помощи пострадавшему на производстве его следует *направить в ближайшее лечебно-профилактическое учреждение*. Решение о дальнейшем исполнении трудовых обязанностей пострадавшим работником может быть принято только врачом.

Транспортировка пострадавшего при несчастном случае на производстве

При несчастном случае необходимо не только немедленно оказать пострадавшему доврачебную помощь, но и быстро и правильно доставить его в ближайшее лечебное учреждение. Нарушение правил переноски и перевозки пострадавшего может принести ему непоправимый вред.

При поднимании, переноске и перевозке пострадавшего нужно следить, чтобы он находился в удобном положении, и не трясти его. При переноске на руках оказывающие помощь должны идти не в ногу.

Поднимать и класть пострадавшего на носилки необходимо согласованно, лучше по команде. Брать пострадавшего нужно со здоровой стороны, при этом оказывающие помощь должны стоять на одном и том же колене и так подкладывать руки под голову, спину, ноги, ягодицы, чтобы пальцы показывались с другой стороны пострадавшего.

Надо стараться не переносить пострадавшего к носилкам, а, не вставая с колен, слегка приподнять его с земли, чтобы кто-либо подставил носилки под него. Это особенно важно при переломах: в этих случаях необходимо, чтобы кто-нибудь поддерживал рукой место перелома.

– Для переноски пострадавшего с *поврежденным позвоночником* на полотнище носилок необходимо положить доску, а поверх нее – одежду, пострадавший должен лежать на спине. При отсутствии доски пострадавшего необходимо класть на носилки на живот, подложив на носилки выравнивающую поверхность одежды.

– При *переломе нижней челюсти*, если пострадавший задыхается, нужно класть его лицом вниз, подложив под лоб сверток или сумку, чтобы челюсть отвисала.

– При *травме живота* пострадавшего следует положить на спину, согнув его ноги в коленях. Под колени нужно положить валик из одежды.

– Пострадавшего с *поврежденной грудной клеткой* следует переносить в сидячем или полусидячем положении, положив ему под спину одежду.

По ровному месту пострадавшего обычно несут ногами вперед. Нести пострадавшего на носилках могут два-четыре человека. При этом, чтобы предупредить толчки и не качать носилки, оказывающие помощь должны идти не в ногу, с немного согнутыми коленями, стараясь поднимать ноги минимально. Важно следить за правильным (горизонтальным) положением носилок в местах подъема и спуска.

Во время переноски на носилках следует наблюдать за пострадавшим, а также за состоянием наложенных повязок и шин. При длительной переноске нужно менять положение пострадавшего, поправлять его изголовье, утолять жажду (но не при травме живота).

Транспортировка пострадавшего должна быть по возможности быстрой, безопасной и щадящей.

В зависимости от вида травмы и имеющихся средств (подручных) транспортировка пострадавших может осуществляться разными способами:

1. Поддержание
2. Вынос на руках
3. Перевозка транспортом
4. Вывод при поддержке с одной или двух сторон

При транспортировке пострадавшего при спуске вниз или подъеме вверх следует укладывать его так, чтобы его голова была приподнята по направлению движения.

При транспортировке на носилках необходимо:

- следить, чтобы пострадавший был в правильном и удобном положении;
- чтобы при переноске на руках оказывающие помощь шли не в ногу;
- поднимать и класть пострадавшего на носилки согласованно (по команде);
- при переломах и тяжелых травмах не нести пострадавшего к носилкам на руках, а подставлять носилки под пострадавшего (место перелома необходимо поддерживать).

Правильные положения пострадавших при транспортировке:

- *положение лежа на спине (пострадавший в сознании)* – при травмах головы, позвоночника, конечностей;

- *положение лежа на спине с согнутыми в коленях ногами* (подложить под колени валик) – при переломах костей таза;

- *положение лежа на спине с приподнятыми нижними конечностями и опущенной вниз головой* – при значительных кровопотерях, обморочных состояниях и шоке;

- *полусидячее положение с вытянутыми ногами* – при травмах верхних конечностей;

- *полусидячее положение с согнутыми ногами* (под колени подложить валик) – при травмах мочеполовых органов, кишечной непроходимости и других внезапных заболеваниях, травмах брюшной полости и грудной клетки;

- *положение на боку* – при тяжелых травмах, если пострадавший находится в бессознательном состоянии;

- *сидячее положение* – при легких ранениях лица и верхних конечностей.

Обучение приемам оказания первой помощи пострадавшим является обязанностью работодателя и выделяется в отдельный вид обучения.

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретические положения

2. Подготовить доклад по оказанию первой помощи пострадавшим по одной из указанных ниже тем, но не более 2 докладчиков с группы на одну тему.

- Кровотечения;
- Переломы;
- Ожоги термические;
- Ожоги химические;
- Отравления;
- Переохлаждение;
- Попадание инородных тел в органы и ткани;
- Поражение электрическим током;
- Сердечно-легочная реанимация;
- Синдром длительного сдавливания;
- Тепловой и солнечный удары;
- Укусы ядовитых змей, насекомых, животных;
- Утопление;
- Ушибы, растяжения, вывихи;
- Эпилепсия.

Доклад должен содержать описание вида ранения и алгоритм оказания первой помощи пострадавшему. Допускается использование материала в распечатанном виде. Максимальный объем доклада – 5 страниц, размер шрифта 14 пт. Время доклада не более 5–10 минут.

Контрольные вопросы и задания

1. При каких состояниях оказывается первая помощь?
2. Перечислите основные мероприятия по оказанию первой помощи.
3. Опишите основные правила транспортировки пострадавшего при несчастном случае на производстве.

Библиографический список

1. Тимофеева С.С. Безопасность жизнедеятельности : практикум. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2013. – 111 с.
2. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : в 2 ч. : учебник. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – Ч. 1. – 350 с.
3. Тимофеева С.С. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для вузов / С.С. Тимофеева, Ю.В. Шешуков. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2007. – 352 с.
4. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : в 2 ч. : учебник. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – Ч. 2. – 362 с.
5. Сергеев В.С. Безопасность жизнедеятельности : учебно-методический комплекс. – Москва : Академический Проект, 2020. – 558 с.
6. Акинин Н.И. Безопасность жизнедеятельности в химической промышленности : учебник / Н.И. Акинин, Л.К. Маринина, А.Я. Васин. – 1-е изд. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 448 с.
7. Занько Н.Г. Безопасность жизнедеятельности : учебник / Н.Г. Занько, К.Р. Малаян, О.Н. Русак. – СПб : Изд-во «Лань», 2017. – 360 с.
8. Тимофеева С.С. Оценка техногенных рисков : учеб. пособие для вузов по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» (квалификация «Бакалавр») / С.С. Тимофеева, Е.А. Хамидуллина. – М. : Форум : ИНФРА-М, 2019. – 207 с.

**Отнесение условий труда
по классу (подклассу) условий труда
по тяжести трудового процесса**

Таблица А.1

**Физическая динамическая нагрузка – единицы
внешней механической работы за рабочий день (смену), кг м**

Показатели тяжести трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда			
	оптимальный	допустимый	вредный	
	1	2	3.1	3.2
При региональной нагрузке перемещаемого работником груза (с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса работника) при перемещении груза на расстояние до 1 м:				
для мужчин	до 2 500	до 5 000	до 7 000	более 7 000
для женщин	до 1 500	до 3 000	до 4 000	более 4 000
При общей нагрузке перемещаемого работником груза (с участием мышц рук, корпуса, ног тела работника):				
при перемещении работником груза на расстояние от 1 до 5 м:				
для мужчин	до 12 500	до 25 000	до 35 000	более 35 000
для женщин	до 7 500	до 15 000	до 25 000	более 25 000
при перемещении работником груза на расстояние более 5 м:				
для мужчин	до 24 000	до 46 000	до 70 000	более 70 000
для женщин	до 14 000	до 28 000	до 40 000	более 40 000

Таблица А.2

Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную, кг

Показатели тяжести трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда			
	оптимальный	допустимый	вредный	
	1	2	3.1	3.2
Подъем и перемещение (разовое) тяжести при чередовании с другой работой (до 2 раз в час):				
для мужчин	до 15	до 30	до 35	более 35
для женщин	до 5	до 10	до 12	более 12
Подъем и перемещение тяжести постоянно в течение рабочего дня (смены) (более 2 раз в час):				
для мужчин	до 5	до 15	до 20	более 20
для женщин	до 3	до 7	до 10	более 10
Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа рабочего дня (смены):				
с рабочей поверхности:				
для мужчин	до 250	до 870	до 1500	более 1500
для женщин	до 100	до 350	до 700	более 700
с пола:				
для мужчин	до 100	до 435	до 600	более 600
для женщин	до 50	до 175	до 350	более 350

Таблица А.3

**Стереотипные рабочие движения,
количество за рабочий день (смену), единиц**

Показатели тяжести трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда			
	оптимальный	допустимый	вредный	
	1	2	3.1	3.2
Количество стереотипных рабочих движений работника при локальной нагрузке (с участием мышц кистей и пальцев рук):				
	до 20 000	до 40 000	до 60 000	более 60 000
Количество стереотипных рабочих движений работника при региональной нагрузке (при работе с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса):				
	до 10 000	до 20 000	до 30 000	более 30 000

Таблица А.4

**Статическая нагрузка – величина статической нагрузки за рабочий день
(смену) при удержании работником груза, приложении усилий, кгс с**

Показатели тяжести трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда			
	оптимальный	допустимый	вредный	
	1	2	3.1	3.2
При удержании груза одной рукой:				
для мужчин	до 18 000	до 36 000	до 70 000	более 70 000
для женщин	до 11 000	до 22 000	до 42 000	более 42 000
При удержании груза двумя руками:				
для мужчин	до 36 000	до 70 000	до 140 000	более 140 000
для женщин	до 22 000	до 42 000	до 84 000	более 84 000
При удержании груза с участием мышц корпуса и ног:				
для мужчин	до 43 000	до 100 000	до 200 000	более 200 000
для женщин	до 26 000	до 60 000	до 120 000	более 120 000

Примечания:

1. Статические усилия встречаются в различных случаях:

- 1) удержание обрабатываемого изделия (инструмента),
- 2) прижим обрабатываемого инструмента (изделия) к обрабатываемому изделию (инструменту),
- 3) перемещение органов управления (рукоятки, маховики, штурвалы) или тележек.

В первом случае величина статического усилия определяется весом удерживаемого изделия (инструмента). Вес изделия определяется путем взвешивания. Во втором случае величина усилия прижима может быть определена с помощью тензометрических, пьезокристаллических или других датчиков, которые необходимо закрепить на инструменте или изделии. В третьем случае усилие на органах управления можно определить с помощью динамометра или по технологической (эксплуатационной) документации.

2. Время удерживания статического усилия определяется на основании хронометражных измерений (или по фотографии рабочего дня). Отнесение условий труда на рабочем месте к классам (подклассам) условий труда по тяжести трудового процесса осуществляется с учетом определенной преимущественной нагрузки: на одну руку, две руки или с участием мышц корпуса тела и ног работника. Если при выполнении работы встречается 2 или 3 указанных выше нагрузки (нагрузки на одну, две руки и с участием мышц корпуса тела и ног работника), то их следует суммировать и суммарную величину статической нагрузки соотносить с показателем преимущественной нагрузки.

Таблица А.5

Рабочее положение тела работника в течение рабочего дня (смены)

Класс (подкласс) условий труда			
оптимальный	допустимый	вредный	
1	2	3.1	3.2
Свободное удобное положение с возможностью смены рабочего положения тела (сидя, стоя). Нахождение в положении «стоя» до 40 % времени рабочего дня (смены).	Периодическое, до 25 % времени смены, нахождение в неудобном и (или) фиксированном положении. Нахождение в положении «стоя» до 60 % времени рабочего дня (смены).	Периодическое, до 50 % времени смены, нахождение в неудобном и (или) фиксированном положении; периодическое, до 25 % времени рабочего дня (смены), пребывание в вынужденном положении. Нахождение в положении «стоя» до 80 % времени рабочего дня (смены). Нахождение в положении «сидя» без перерывов от 60 до 80 % времени рабочего дня (смены).	Периодическое, более 50% времени рабочего дня (смены), нахождение в неудобном и (или) фиксированном положении; периодическое, более 25 % времени рабочего дня (смены), пребывание в вынужденном положении. Нахождение в положении «стоя» более 80 % времени рабочего дня (смены). Нахождение в положении «сидя» без перерывов более 80 % времени рабочего дня (смены).

Примечания:

- 1) Для целей настоящей методики работой в положении «стоя» считается работа, которая не предполагает возможности ее выполнения в положении «сидя».
- 2) Работа с наклоном или поворотом туловища, с поднятыми выше уровня плеч руками, с неудобным размещением ног. Неудобное рабочее положение характерно для работ, при которых органы управления или рабочие поверхности оборудования расположены вне пределов максимальной досягаемости рук работника либо в поле зрения работника находятся объекты, препятствующие наблюдению за обслуживаемым объектом или процессом. Неудобное положение работника может быть также связано с необходимостью удержания работником рук на весу.
- 3) К фиксированным рабочим положениям относятся положения с невозможностью изменения взаимного положения различных частей тела работника относительно друг друга. Подобные положения встречаются при выполнении работ, связанных с необходимостью в процессе производственной деятельности различать мелкие объекты. Примером работ с фиксированным рабочим положением являются работы, выполняемые с использованием оптических увеличительных приборов – луп и микроскопов. Фиксированное рабочее положение характеризуется либо полной неподвижностью, либо ограниченным количеством высокоточных движений, совершаемых с малой амплитудой в ограниченном пространстве.
- 4) К вынужденным рабочим положениям работника относятся положения «лежа», «на коленях», «на корточках».

Таблица А.6

Наклоны корпуса тела работника более 30°, количество за рабочий день (смену)

Класс (подкласс) условий труда			
оптимальный	допустимый	вредный	
1	2	3.1	3.2
до 50	51 – 100	101 – 300	свыше 300

Примечания:

Оценить факт работы с вынужденным наклоном корпуса тела работника более 30° можно, приняв во внимание, что у работника со средними антропометрическими данными наклоны корпуса тела более 30° встречаются в

том случае, если он берет какие-либо предметы, поднимает груз или выполняет действия руками на высоте не более 50 см от пола.

Таблица А.7

**Перемещения работника в пространстве,
обусловленные технологическим процессом, в течение рабочей смены, км**

Класс (подкласс) условий труда			
оптимальный	допустимый	вредный	
1	2	3.1	3.2
По горизонтали:			
до 4	до 8	до 12	более 12
По вертикали:			
до 1	до 2,5	до 5	более 5

Отнесение условий труда по классу (подклассу) условий труда по напряженности трудового процесса

Показатели напряженности трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда			
	оптимальный	допустимый	вредный	
	1	2	3.1	3.2
Сенсорные нагрузки				
Плотность сигналов (световых и звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы, ед.	до 75	76 – 175	176 – 300	более 300
Число производственных объектов одновременного наблюдения, ед.	до 5	6 – 10	11 – 25	более 25
Работа с оптическими приборами (% времени смены)	до 25	26 – 50	51 – 75	более 75
Нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю), час.	до 16	до 20	до 25	более 25
Монотонность нагрузок				
Число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или многократно повторяющихся операций, ед.	более 10	9 – 6	5 – 3	менее 3
Монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом технологического процесса в % от времени смены), час.	менее 75	76 – 80	81 – 90	более 90

Пример карты СОУТ

Общество с ограниченной ответственностью «Металл» <small>(полное наименование работодателя)</small>				
635716; Российская Федерация, Иркутская область, г. Рудниченск, а/я 74; Заблинский Петр Семёнович; www.metal@gyandex.ru <small>(адрес места нахождения работодателя, фамилия, имя, отчество руководителя, адрес электронной почты)</small>				
ИНН работодателя	Код работо- дателя по ОКПО	Код органа государственной власти по ОКОГУ	Код вида экономиче- ской деятельности по ОКВЭД	Код территории по ОКАТО
7709425114	71046269	4210014	74.20.1	45581000000

КАРТА № 335

специальной оценки условий труда

Электрогазосварщик 6 разряд

19756

(наименование профессии (должности) работника)

(код по ОК 016-94)

Наименование структурного подразделения: Цех по ремонту дизельной техники - Участок оперативного ремонта

Количество и номера аналогичных рабочих мест: Отсутствуют

Строка 010. Выпуск ЕТКС, ЕКС Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. Выпуск 2. Часть 1. Разделы: "Литейные работы", "Сварочные работы", "Котельные, холодноштамповочные, волочильные и давилые работы", "Кузнечно-прессовые и термические работы" (утв. постановлением Минтруда РФ от 15 ноября 1999 г. N 45) (в ред. Приказа Минздравсоцразвития РФ от 13.11.2008 N 645)

(выпуск, раздел, дата утверждения)

Строка 020. Численность работающих:

на рабочем месте	1
на всех аналогичных рабочих местах	-
из них:	
женщин	0
лиц в возрасте до 18 лет	0
инвалидов, допущенных к выполнению работ на данном рабочем месте	0

Строка 021. СНИЛС работников:

119-675-013 70

Строка 022. Используемое оборудование: Трансформатор ВДМ, реостат балластный РБ-306
Используемые материалы и сырье: Электроды УОНИ 13/55, электроды МР-3, кислород, пропан

Строка 030. Оценка условий труда по вредным (опасным) факторам:

Наименование факторов производственной среды и трудового процесса	Класс (под-класс) условий труда	Эффективность СИЗ*, +/-не оценивалась	Класс (под-класс) условий труда при эффективном использовании СИЗ

Химический	3.2	не оценивалась	3.2
Биологический	-	не оценивалась	-
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	2	не оценивалась	2
Шум	3.1	не оценивалась	3.1
Инфразвук	-	не оценивалась	-
Ультразвук воздушный	-	не оценивалась	-
Вибрация общая	-	не оценивалась	-
Вибрация локальная	3.1	не оценивалась	3.1
Неионизирующие излучения	-	не оценивалась	-
Ионизирующие излучения	-	не оценивалась	-
Параметры микроклимата	-	не оценивалась	-
Параметры световой среды	-	не оценивалась	-
Тяжесть трудового процесса	3.2	не оценивалась	3.2
Напряженность трудового процесса	-	не оценивалась	-
Итоговый класс (подкласс) условий труда	3.3	не заполняется	3.3

* Средства индивидуальной защиты

Строка 040. Гарантии и компенсации, предоставляемые работнику (работникам), занятым на данном рабочем месте

№ п/п	Виды гарантий и компенсаций	Фактическое наличие	По результатам оценки условий труда	
			необходимость в установлении (да, нет)	основание
1.	Повышенная оплата труда работника (работников)	Да	Да	Раздел VI, глава 21, статья 147 ТК РФ
2.	Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск	Да	Да	Раздел V, глава 19, статья 117 ТК РФ
3.	Сокращенная продолжительность рабочего времени	Да	Да	Раздел IV, глава 15, статья 92 ТК РФ
4.	Молоко или другие равноценные пищевые продукты	Да	Да	приказ Минздравсоцразвития России от 16.02.2009 № 45н, прил. 3, раздел «1. Химический фактор», п. 227, 97, 816
5.	Лечебно-профилактическое питание	Нет	Нет	отсутствует
6.	Право на досрочное назначение страховой пенсии	Да	Да	ПОСТАНОВЛЕНИЕ КАБИНЕТА МИНИСТРОВ СССР от 26 января 1991 г № 10, п. 23200000-19756
7.	Проведение медицинских	Да	Да	Приказ Министерства

	осмотров		здравоохранения Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 29н, прил.1, п. 1.37.2., п. 3.1.7, п. 1.8.4.1., п. 4.3.1., п. 4.4., п. 5.1.
--	----------	--	---

Строка 050. Рекомендации по улучшению условий труда, по режимам труда и отдыха, по подбору работников: 2. Рекомендации по подбору работников: возможность применения труда женщин - да/нет (приказ Минтруда от 18.07.2019 № 512н, п. _____); возможность применения труда лиц до 18 лет - да/нет (СП 2.4.3648-20, п. 2.10.4); возможность применения труда инвалидов - да/нет (Допуск инвалидов к выполнению работ осуществляется по медицинским показаниям в строгом соответствии с картой ИПР (индивидуальной программой инвалидов, выдаваемой Федеральными Государственными Учреждениями медико-социальной экспертизы));

3. Рекомендуемые режимы труда и отдыха: в соответствии с графиком работы организации;

Дата составления: 14.11.2016

Председатель комиссии по проведению специальной оценки условий труда

Руководитель филиала		П.С. Заблинский	
(должность)	(подпись)	Ф.И.О.	(дата)

Члены комиссии по проведению специальной оценки условий труда:

Начальник ОТ		В.В. Поповец	
(должность)	(подпись)	Ф.И.О.	(дата)

Менеджер ОТ		В.В. Крудов	
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О.)	(дата)

Руководитель юридической группы		И.В. Тугарчин	
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О.)	(дата)

Начальник отдела управления персоналом		Т.В. Самадец	
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О.)	(дата)

Специалист ОТиЗ		Н.Н. Молдин	
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О.)	(дата)

Председатель профсоюзной организации		В.А. Куприненко	
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О.)	(дата)

Начальник ЦДТ		Е.В. Колда	
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О.)	(дата)

Председатель профсоюзной организации подразделения ЦДТ		А.В. Семенченко	
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О.)	(дата)

Эксперт(-ы) организации, проводившей специальную оценку условий труда:

483		О.К. Иванова	
(№ в реестре экспертов)	(подпись)	(Ф.И.О.)	(дата)

С результатами специальной оценки условий труда ознакомлен(ы)

Сидоров Э.Е.

(подпись)

(Ф.И.О. работника)

(дата)

Форма карты СОУТ

(полное наименование работодателя)				
(адрес места нахождения работодателя, фамилия, имя, отчество руководителя, адрес электронной почты)				
ИНН работодателя	Код работо- дателя по ОКПО	Код органа государственной власти по ОКОГУ	Код вида экономиче- ской деятельности по ОКВЭД	Код территории по ОКАТО

КАРТА № _____ специальной оценки условий труда

(наименование профессии (должности) работника)

(код по ОК 016-94)

Наименование структурного подразделения: _____

Количество и номера аналогичных рабочих мест: Отсутствуют

Строка 010. Выпуск ЕТКС, ЕКС _____

(выпуск, раздел, дата утверждения)

Строка 020. Численность работающих:

на рабочем месте	
на всех аналогичных рабочих местах	-
из них:	
женщин	
лиц в возрасте до 18 лет	
инвалидов, допущенных к выполнению работ на данном рабочем месте	

Строка 021. СНИЛС работников:

--

Строка 022. Используемое оборудование: _____

Используемые материалы и сырье: _____

Строка 030. Оценка условий труда по вредным (опасным) факторам:

Наименование факторов производственной среды и трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда	Эффективность СИЗ*, +/-не оценивалась	Класс (подкласс) условий труда при эффективном использовании СИЗ
Химический		не оценивалась	
Биологический		не оценивалась	
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия		не оценивалась	
Шум		не оценивалась	
Инфразвук		не оценивалась	
Ультразвук воздушный		не оценивалась	
Вибрация общая		не оценивалась	

Учебное издание

**Тимофеева Светлана Семёновна
Гармышев Владимир Викторович
Тепина Мария Сергеевна
Мурзин Михаил Андреевич**

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Лабораторный практикум

Подписано в печать «12» апреля 2022 г.

Отпечатано: ООО «Типография «Аспринт»
664011 г. Иркутск, ул. Пролетарская, строение 7/1,
тел. 79148994427, e-mail: 400002@mail.ru
Бумага офсетная, формат 60*90 1/16, усл. печ. л. 10
Заказ № тираж 100 экз.