

ПРИДНЕСТРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Т.Г. ШЕВЧЕНКО

Кафедра безопасности жизнедеятельности и основ медицинских знаний

Лабораторный практикум по дисциплине «Безопасность жизнедеятель- ности»

ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВСЕХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ
ОЧНОЙ И ЗАОЧНОЙ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ

Тирасполь, 2007 г

УДК 351.862 (072)

ББК 68.9я 73

Лабораторный практикум. Лабораторный практикум по дисциплине «Безопасности жизнедеятельности» для студентов всех специальностей очной и заочной форм обучения/ Составители:

КОСТОВИЧ Д.Д., КУРДЮКОВА Е.А., КОСТОВИЧ Е.Д., – Тирасполь.

Лабораторный практикум для студентов подготовлен в соответствии с требованиями программы Российской образовательной системы по дисциплине «Безопасности жизнедеятельности» и включает 10 лабораторных работ по направлениям анализа, нормирования и защиты человека от вредных и опасных производственных факторов.

Составители:

Д.Д. Костович, доцент, зав. кафедрой «БЖД и ОМЗ»

Е.А. Курдюкова, ст. преп. кафедры «БЖД и ОМЗ»

Е.Д. Костович, преп. кафедры «БЖД и ОМЗ»

Рецензенты:

П.И. Хаджи, доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой «Нелинейная оптика»

В.Б. Мельник, подполковник, нач. штаба ГЗ г. Тирасполь.

Рекомендовано к публикации Научно-методическим советом ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

Протокол № 2 от 3 октября 2007 г.

Многообразие задач по обеспечению безопасности человека в бытовой и производственной среде заставляет всех членов общества знать и уметь применять на практике основы БЖД.

Представители всех ветвей власти, принимающие важные хозяйственные решения, инженеры, занимающиеся проектированием и реализацией промышленных объектов, машин, приборов, товаров для быта, разработчики технологий, рядовые члены общества должны учитывать возможные негативные последствия своей деятельности.

Вопросы БЖД должны быть в поле внимания на всех этапах жизненного цикла технического объекта, начиная с проектных работ, выбора сырьевых ресурсов, этапов производства и эксплуатации и заканчивая вопросами безопасности в условиях ЧС и утилизации отходов.

При выполнении лабораторных и практических работ студенты должны знать, что вопросы безопасности носят глобальный характер. В любой жизненной ситуации на работе, дома, в городе, на природе должны оценивать риск негативного воздействия опасных и вредных факторов, идентифицировать их и проводить анализ возможных последствий.

Изучению данного этапа человеческой деятельности служит часть лабораторных работ, относящихся к анализу. Целью выполнения этого раздела является:

- выявление и идентификация травмоопасных факторов в условиях производства, быта и окружающей среды;
- оценка действия факторов на окружающую среду и человека;
- анализ причин травм, заболеваний.

В результате анализа конкретного этапа жизнедеятельности выявляются факторы, определяющие комфорт, работоспособность и безопасность.

Для выявления и идентификации травмоопасных факторов в различных условиях жизнедеятельности необходимо классифицировать травмоопасные и вредные факторы.

Травмоопасный фактор – негативное воздействие на человека, которое приводит к травме или летальному исходу.

Вредный фактор – негативное воздействие на человека, которое приводит к ухудшению самочувствия или заболеванию. При определенных условиях вредный фактор может стать травмоопасным.

Многообразие существующих на практике травмоопасных и вредных факторов в соответствии с нормативными документами по природе возникновения и особенностям воздействия подразделяются на физические, химические, биологические, психофизиологические.

1. Физические травмоопасные и вредные факторы подразделяются на:

- движущиеся в пространстве машины и механизмы, заготовки, материалы;
- незащищенные подвижные элементы оборудования;
- разрушающиеся конструкции, обрушивающиеся горные породы;
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности предметов;
- расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола);
- невесомость, скользкие опорные поверхности;
- повышенные:
 - запыленность и загазованность воздуха;
 - уровень шума;
 - уровень вибрации;
 - уровень инфразвуковых колебаний или ультразвука;
 - уровень ионизирующих излучений;
 - напряжения в электрической цепи, замыкание которого может произойти через тело человека;
 - уровень статического электричества;
 - уровень электромагнитных излучений;
 - напряженность электрического или магнитного поля;
 - яркость света;
 - прямая и отраженная блескость;
 - пульсация светового потока;
 - уровень инфракрасной радиации или ультрафиолетового излучения;
- повышенные или пониженные:

- температура поверхностей сооружений, оборудования, материалов;
- температура воздуха;
- барометрическое давление в рабочей зоне и его резкое изменение;
- влажность воздуха;
- ионизация воздуха;
- отсутствие или недостаток естественного освещения;
- пониженный контраст при визуальном различении объектов.
- 2. Химические травмоопасные и вредные факторы подразделяются:
 - по характеру воздействия на организм человека:
 - токсические, раздражающие, sensibilizing, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию;
 - по пути проникновения в организм человека через:
 - органы дыхания;
 - желудочно-кишечный тракт;
 - кожные покровы и слизистые оболочки.
- 3. Биологические травмоопасные и вредные факторы включают следующие биологические объекты:
 - патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, грибы и т.д.);
 - макроорганизмы (растения, животные).
- 4. Психофизиологические травмоопасные и вредные факторы по характеру действия подразделяются на перегрузки:
 - физические;
 - нервно-психические.

Физические перегрузки подразделяются на:

- статические (удержание груза, приложение усилий, неудобная поза, необходимость наклона корпуса человека на угол более 30^0 , перемещение в пространстве на смену более 8 км по горизонтали и более 4 км по вертикали);
- динамические (подъем и перемещение грузов, большое количество стереотипных рабочих движений).

Нервно-психические перегрузки подразделяют на:

- умственное перенапряжение (интеллектуальные нагрузки), решение сложных задач, восприятие сигналов (информации) и их оценка; распределение функций других лиц с учетом сложности задания, работа в условиях дефицита времени;
- перенапряжение анализаторов (сенсорные нагрузки): большая длительность сосредоточенного внимания, большое число объемов одновременного наблюдения; малый размер объектов различения при значительной длительности сосредоточенного наблюдения; работа с оптическими приборами; наблюдение за экранами видеотерминалов; нагрузка на слуховой аппарат (работа в условиях малой разборчивости речи, когда необходима речевая связь);
- эмоциональные нагрузки: степень ответственности за результат собственной деятельности, наличие степени риска для своей жизни и ответственность за безопасность других лиц;
- неблагоприятный режим работы: монотонность труда, продолжительность труда более 10 ч, сменность работы, включая ночную смену, продолжительная речевая нагрузка и т.п.

Выявление и составление исчерпывающего перечня потенциальных травмоопасных и вредных факторов является качественной стадией идентификации, что и составляет суть блока «Анализ».

Количественной оценке степени воздействия негативного фактора на состояние здоровья человека служит часть лабораторных работ по БЖД, относящаяся к *нормированию*.

В этой части работ изучаются принципы установления допустимых для человека значений негативных факторов и нормируются параметры. Если уровень воздействия опасного или вредного фактора, превышающий установленные нормативы, то необходимо предусматривать специальные защитные меры в его источнике или на пути распространения.

Целью выполнения этой части работ являются:

- ознакомление с принципами и критериями гигиенического нормирования;
- ознакомление с воздействием нормируемых факторов на человека;
- изучением методов и приборов для измерения нормируемых величин;
- оценка соответствия измеренных и нормируемых параметров воздействия.

Задачи нормирования: повышение безопасности труда и быта, исключение травм; предупреждение профессиональных заболеваний, гигиена труда; эргономика, оптимизация условий труда, сохранение работоспособности; снижение негативного воздействия атмосферы, воды, почвы, продуктов; техническое нормирование, повышение надежности, безаварийности приборов, машин, сооружений и т.п.

Нормируемый параметр – параметр, который наиболее полно отражает негативное воздействие фактора, легко измеряемый и рассчитываемый, его размерность, диапазон измерения.

Принципы установления предельно допустимого воздействия:

- принцип безвредности – приоритет медико-биологических показателей перед технологическими, экономическими и другими показателями;
- принцип опережения – обоснование нормативов и осуществление профилактических мероприятий до внедрения тех или иных процессов и веществ, недостаточно изученных;
- принцип порогового действия – пороговой величиной вредного фактора принято считать дозу энергии или концентрацию вещества, не вызывающую неблагоприятных изменений в организме за счет приспособительных реакций;
- принцип моделирования – базовой моделью при исследовании отдаленных последствий вредных факторов являются лабораторные животные;
- принцип лимитирующего показателя (принцип «слабого звена») – вредный фактор может вызывать разнообразные реакции организма, и величина норматива выбирается на уровне наименьшего из значений;
- принцип комплексного (интегрального) нормирования – учитываются особенности комбинированного действия нескольких вредных факторов.
- Количественная оценка травмоопасных и вредных факторов производится путем инструментальных замеров.

Изучению классификации средств защиты и их эффективное применение рассматривается в работах по части *защиты*.

Целью части работ по защите является:

- ознакомление с видами устройств защиты от негативных факторов;
- оценка эффективности применения устройств защиты.

Инженерная практика выработала широкий спектр средств защиты, срабатывающих в нештатных ситуациях или в том случае, когда общеинженерные меры защиты в источнике не обеспечивают нормируемых параметров. Средства защиты должны снижать до допустимых уровней потоки веществ и энергии.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

1. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.

- 1.1. Краткий обзор теоретического материала преподавателем к лабораторному занятию, цели и порядок проведения и оформления отчета.
- 1.2. Выдача вариантов задания.
- 1.3. Выполнение задания студентами.
- 1.4. Индивидуальные консультации преподавателя в ходе проведения лабораторной работы.
- 1.5. Подведение итогов лабораторной работы преподавателем.
- 1.6. Информация о следующей лабораторной работе.

2. ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ.

- 2.1. Порядок оформления отчета по лабораторной работе максимально приближен к порядку оформления курсовых и дипломных проектов.
- 2.2. Отчет по лабораторной работе должен содержать:
 - 2.2.1. Титульный лист (форма титульного листа приведена в приложении 1).
 - 2.2.2. Исходные данные лабораторной работы в соответствии с заданным вариантом.
 - 2.2.3. Цель лабораторной работы.
 - 2.2.4. Выполненное задание.
 - 2.2.5. Вывод по результатам проделанной работы.
 - 2.2.6. Список литературы.
- 2.3. Правила оформления отчета по лабораторной работе.
 - 2.3.1. Отчет выполняется на листах писчей бумаги формата А-4 по ГОСТ 2.301 – 68 (формат 210х297 мм).
 - 2.3.2. Листы должны иметь поля; ширина левого поля 20 мм, верхнего, нижнего и правого – 5 мм.
 - 2.3.3. Страницы, разделы и подразделы отчета нумеруются арабскими цифрами.
 - 2.3.4. Иллюстрации, таблицы и формулы, если их в тексте более одной, нумеруют арабскими цифрами.
 - 2.3.5. Все иллюстрации обозначают сокращенно «рис.» И номером, например: «Рис. 5», «см. рис. 6» (при ссылке на рисунок в тексте). Все рисунки должны иметь название, а при необходимости также поясняющие данные – подрисуночный текст. Наименование рисунка и подрисуночный текст помещают под иллюстрацией.
 - 2.3.6. Слово «таблица» в тексте пишут полностью, если таблица не имеет номера, и сокращенно, если номер есть, например «...в табл.4».
 - 2.3.7. Номер формулы указывают справа на уровне формулы в круглых скобках.
 - 2.3.8. Ссылки в тексте на номер формулы дают в круглых скобках, например «...в формуле (3)».
 - 2.3.9. Расчетные формулы записывают в общем виде. Затем в формулу подставляют значения входящих в нее параметров в той последовательности, в какой они приведены в формулах, и, наконец, приводят результат вычисления.
 - 2.3.10. Расшифровку символов и числовых коэффициентов приводят непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны в ней, с новой строки. Расшифровку начинают со слова «где» без двоеточия после него.
 - 2.3.11. Для всех величин и коэффициентов должны быть указаны их размерности в системе СИ.
 - 2.3.12. Список литературы должен быть составлен в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1 – 84.
 - 2.3.13. Ссылки на использованные литературные источники следует давать арабскими цифрами в прямых скобках, указывающими порядковый номер источника по списку, например [15].

3. ПОРЯДОК ОТЧЕТНОСТИ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ.

- 3.1. Студенты, отсутствующие на лабораторной работе, выполняют задания лабораторной работы самостоятельно, получая при необходимости консультацию у преподавателя.
- 3.2. Незачтенный отчет по лабораторной работе должен быть исправлен и повторно проверен преподавателем.
- 3.3. Все замечания преподавателя в отчете по лабораторной работе должны быть исправлены до экзамена (зачета).
- 3.4. Все отчеты по лабораторной работе, проверенные и подписанные преподавателем, должны быть сданы преподавателю до экзамена (зачета).

3.5. Без выполнения заданий лабораторной работы и предъявления отчета студент к экзамену (зачету) не допускается.

4. ПОРЯДОК ВЫБОРА ВАРИАНТА ЗАДАНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ.

4.1. На лабораторных занятиях студенты получают свой вариант по номеру фамилии в журнале учета нагрузки преподавателя.

5. ОБРАЗЕЦ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

ПРИДНЕСТРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Т.Г. ШЕВЧЕНКО

Кафедра безопасности жизнедеятельности и основ медицинских знаний

ОТЧЕТ
ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

(тема лабораторной работы)

Студент _____ Шифр _____ Группа _____
(Ф.И.О)

Вариант _____ Ф.И.О. преподавателя _____

Подпись студента _____ Подпись преподавателя _____

Дата сдачи работы _____ Дата проверки работы _____

Тирасполь, 2007 г

1.ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ВОЗДУХЕ

1.ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Для обеспечения жизнедеятельности человека необходима воздушная среда определённого качественного и количественного состава. Нормальный газовый состав воздуха следующий (об. %): азот – 78,02; кислород – 20,95; углекислый газ – 0,03; аргон, неон, криптон, ксенон, радон, озон, водород – суммарно до 0,94. В реальном воздухе, кроме того, содержатся различные примеси (пыль, газы, пары), оказывающие вредное воздействие на организм человека.

2. НОРМИРОВАНИЕ

Основной физической характеристикой примесей в атмосферном воздухе и воздухе производственных помещений является концентрация массы ($мг$) вещества в единице объёма ($м^3$) воздуха при нормальных метеорологических условиях. От вида, концентрации примесей и длительности воздействия зависит их влияние на природные объекты.

Нормирование содержания вредных веществ (пыль, газы, пары и т.д.) в воздухе проводят по предельно допустимым концентрациям (ПДК).

ПДК – максимальная концентрация вредных веществ в воздухе, отнесённая к определённому времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает ни на него, ни на окружающую среду в целом вредного воздействия (включая отдалённые последствия).

Содержание вредных веществ в атмосферном воздухе населённых мест нормируют по списку Минздрава № 3086 – 84 (1,3), а для воздуха рабочей зоны производственных помещений – по ГОСТ 12.1.005.88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых пунктов нормируют по максимально разовой и среднесуточной концентрации примесей.

ПДК_{max} – основная характеристика опасности вредного вещества, которая установлена для предупреждения возникновения рефлекторных реакций человека (ощущение запаха, световая чувствительность и др.) при кратковременном воздействии (не более 30 мин.).

ПДК_{сс} – установлена для предупреждения общетоксического, канцерогенного, мутагенного и другого влияния вредного вещества при воздействии более 30 мин.

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны – это такая концентрация, которая при ежедневном воздействии (но не более 41 часа в неделю) в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека, обнаруживаемых современными методами исследований, в период работы или в отдалённые сроки жизни настоящего и последующих поколений.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

3.1. Получив методические указания по практическим занятиям, переписать форму табл.1.1. на чистый лист бумаги.

Таблица 1.1 .Исходные данные и нормируемые значения содержания вредных веществ.

Вариант	Вещество	Концентрация вредного вещества, мг/м ³				Класс опасности	Особенности воздействия	Соответствие нормам каждого из веществ		
		Фактическая	В воздухе рабочей зоны	В воздухе населённых пунктов				В воздухе рабочей зоны	В воздухе населённых пунктов при времени воздействия	
				максимально разовая ≤30 мин	среднесуточная >30 мин				< 30 мин	>30 мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	Оксид углерода	5	20	5	3	4	0	<ПДК (+)	=ПДК (+)	>ПДК (-)

3.2. Используя нормативно-техническую документацию (табл. 1.2.), заполнить графы 4...8 табл. 1.1.

Таблица 1.2 Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе, мг/м³

	В воздухе	В воздухе населенных пунктов			
Вещество	рабочей зоны	Максимальная разовая ≤30 мин	Среднесуточная; воздействие >30 мин	Класс опасности	Особенности воздействия
Азота диоксид	2	0,085	0,04	2	О*
Азота оксиды	5	0,6	0,06	3	О
Азотная кислота	2	0,4	0,15	2	-
Акролеин	0,2	0,03	0,03	3	-
Алюминия оксид	6	0,2	0,04	4	Ф
Аммиак	20	0,2	0,04	4	-
Ацетон	20	0,2	0,04	4	-
Аэрозоль ванадия пентаоксида	0,1	-	0,002	1	-
Бензол	5	1,5	0,1	2	К
Винилацетат	10	0,15	0,15	3	-
Вольфрам	6	-	0,1	3	Ф
Вольфрамовый ангидрид	6	-	0,15	3	Ф
Гексан	300	60	-	4	-
Дихлорэтан	10	3	1	2	-
Кремния диоксид	1	0,15	0,06	3	Ф
Ксилол	50	0,2	0,2	3	Ф
Метанол	5	1	0,5	3	-
Озон	0,1	0,16	0,03	1	О
Полипропилен	10	3	3	3	-
Ртуть	0,01/ 0,005	-	0,0003	1	-
Серная кислота	1	0,3	0,1	2	-
Сернистый ангидрид	10	0,5	0,05	3	-
Сода кальцинированная	2	-	-	3	-
Соляная кислота	5	-	-	2	-
Толуол	50	0,6	0,6	3	-
Углерода оксид	20	5	3	4	Ф
Фенол	0,3	0,01	0,003	2	-

Формальдегид	0,5	0,035	0,003	2	О, А
Хлор	1	0,1	0,03	2	О
Хрома оксид	1	-	-	3	А
Хрома триоксид	0,01	0,0015	0,0015	1	К, А
Цементная пыль	6	-	-	4	Ф
Этилендиамин	2	0,001	0,001	3	-
Этанол	1000	5	5	4	-

Примечание: *О* – вещества с остронаправленным действием, за содержанием которых в воздухе требуется автоматический контроль; *А* – вещества, способные вызвать аллергические заболевания в производственных условиях; *К* – канцерогены, *Ф* – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.

3.3. Выбрав вариант задания из табл. 1.3, заполнить графы 1...3 табл. 1.1.

3.4. Сопоставить заданные по варианту (см. табл. 1.3.) концентрации вещества с предельно допустимыми (табл. 1.2.) и сделать вывод о соответствии нормам содержания каждого из веществ в графах 9...11 табл. 1.1., т.е. < ПДК, > ПДК, = ПДК, обозначая соответствие нормам знаком «+», а несоответствие знаком «-».

3.5. Подписать отчёт и сдать преподавателю.

Примечание. В настоящем задании рассматривается только независимое действие представленных в варианте вредных веществ.

4. Таблица 1.3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ВОЗДУХЕ»

Вариант	Вещество	Фактическая концентрация
01	Фенол Азота оксиды Углерода оксид Вольфрам Полипропилен Ацетон	0,001 0,1 10 5 5 0,5
02	Аммиак Ацетон Бензол Озон Дихлорэтан Фенол	0,01 150 0,05 0,001 5 0,5
03	Акролеин Дихлорэтан Хлор Углерода оксид Сернистый ангидрид Хрома оксид	0,01 4 0,02 10 0,03 0,1

04	Озон Метиловый спирт Ксилол Азота диоксид Формальдегид Толуол	0,01 0,2 0,5 0,5 0,01 0,05
05	Акролеин Дихлорэтан Озон Углерода оксид Формальдегид Вольфрам	0,01 5 0,01 15 0,02 4
06	Азота диоксид Аммиак Хрома оксид Сернистый ангидрид Ртуть Акролеин	0,04 0,5 0,2 0,5 0,001 0,01
07	Этиловый спирт Углерода оксид Озон Серная кислота Соляная кислота Сернистый ангидрид	150 15 0,01 0,05 5 0,5
08	Аммиак Азота диоксид Вольфрамовый ангидрид Хрома оксид Озон Дихлорэтан	0,5 1 5 0,2 0,001 5
09	Азота диоксид Озон Углерода оксид Дихлорэтан Сода кальцинированная Ртуть	5 0,001 10 5 1 0,001
10	Ацетон Углерода оксид Кремния диоксид Фенол Формальдегид Толуол	0,2 15 0,2 0,003 0,02 0,5
11	Азота оксиды Алюминия оксид Фенол Бензол Формальдегид Винил-ацетат	0,1 5 0,01 0,05 0,01 0,1
12	Азотная кислота Толуол Винилацетат Углерода оксид Алюминия оксид Гексан	0,5 0,6 0,15 10 5 0,01

13	Азота диоксид Ацетон Бензол Фенол Углерода оксид Винилацетат	0,5 0,2 0,05 0,01 10 0,1
14	Акролеин Дихлорэтан Хлор Хрома триоксид Ксилол Ацетон	0,01 5 0,01 0,1 0,3 150
15	Углерода оксид Этилендиамин Аммиак Азота диоксид Ацетон Бензол	10 0,1 0,1 5 100 0,05
16	Серная кислота Азотная кислота Вольфрам Кремния диоксид Фенол Ацетон	0,5 0,5 0,2 0,01 0,2 0,001
17	Аммиак Азота оксиды Вольфрам Алюминия оксид Углерода оксид Фенол	0,001 0,1 4 5 5 0,01
18	Ацетон Фенол Формальдегид Полипропилен Толуол Винилацетат	0,3 0,005 0,02 8 0,07 0,15
19	Метанол Этанол Цементная пыль Углерода оксид Ртуть Ксилол	0,3 100 200 15 0,001 0,5
20	Углерода оксид Азота диоксид Формальдегид Акролеин Дихлорэтан Озон	10 1,0 0,02 0,01 5 0,02
21	Аэрозоль ванадия пентаоксида Хрома триоксид Хлор Углерода оксид Азота диоксид Озон	0,1 0,1 0,02 10 1,0 0,1

22	Сернистый ангидрид	0,5
	Серная кислота	0,05
	Вольфрамовый ангидрид	5
	Хрома оксид	0,2
	Азота диоксид	0,05
	Аммиак	0,5
23	Азота оксиды	0,1
	Алюминия оксид	5
	Формальдегид	0,02
	Винилацетат	0,1
	Бензол	0,05
	Фенол	0,005
24	Аммиак	0,05
	Азота оксиды	0,1
	Углерода оксид	15
	Фенол	0,005
	Вольфрам	4
	Алюминия оксид	5
25	Азотная кислота	0,5
	Серная кислота	0,5
	Ацетон	100
	Кремния диоксид	0,2
	Фенол	0,001
	Озон	0,001
26	Ацетон	0,15
	Озон	0,05
	Фенол	0,02
	Кремния диоксид	0,15
	Фенол	0,9
	Озон	0,05
27	Акролеин	0,01
	Дихлорэтан	5
	Озон	0,01
	Углерода оксид	20
	Вольфрам	5
	Формальдегид	0,02
28	Аммиак	0,02
	Азота диоксид	5
	Хрома оксид	0,2
	Ксилол	0,5
	Ртуть	0,0005
	Гексан	0,01
29	Озон	0,05
	Азота диоксид	1
	Углерода оксид	15
	Хлор	0,2
	Хрома триоксид	0,09
	Аэрозоль ванадия пентаоксида	0,05
30	Аммиак	0,4
	Азота диоксид	0,5
	Хрома оксид	0,18
	Соляная кислота	4
	Серная кислота	0,04
	Сернистый ангидрид	0,4

5. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ВОЗДУХЕ»

1. Исходные данные:

Вариант	Вещество	Фактическая концентрация, мг/л
№ ---	Азота диоксид	0,5
	Ацетон	0,2
	Бензол	0,05
	Фенол	0,01
	Углерода оксид	10
	Винилацетат	0,1

2. Цель работы: сопоставить данные по варианту концентрации веществ с предельно допустимыми и сделать вывод о соответствии нормам содержания каждого из этих веществ.

3. Ход работы:

Нормирование содержания вредных веществ (пыль, газы, пары и т.д.) в воздухе проводят по предельно допустимым концентрациям (ПДК):

ПДК – максимальная концентрация вредных веществ в воздухе, отнесённая к определённому времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает ни на него, ни на окружающую среду в целом вредного воздействия (включая отдалённые последствия).

Содержание вредных веществ в атмосферном воздухе населённых мест нормируют по списку Минздрава № 3086 – 84, а для воздуха рабочей зоны производственных помещений – по ГОСТ 12.1.005.88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых пунктов нормируют по максимально разовой и среднесуточной концентрации примесей.

ПДК_{max} – основная характеристика опасности вредного вещества, которая установлена для предупреждения возникновения рефлекторных реакций человека (ощущение запаха, световая чувствительность и др.) при кратковременном воздействии (не более 30 мин.)

ПДК_{сс} – установлена для предупреждения общетоксического, канцерогенного, мутагенного и другого влияния вредного вещества при воздействии более 30 мин.

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны – это такая концентрация, которая при ежедневном воздействии (но не более 41 часа в неделю) в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека, обнаруживаемых современными методами исследований, в период работы или в отдалённые сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Используя табл. 1.2. «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе, $мг/м^3$ » и данные варианта из табл. 1.3. заполним таблицу:

Вариант	Вещество	Концентрация вредного вещества, $мг/м^3$				Класс опасности	Особенности воздействия	Соответствие нормам каждого из веществ		
		Фактическая	В воздухе рабочей зоны	В воздухе населённых пунктов				В воздухе рабочей зоны	В воздухе населённых пунктов при времени воздействия	
				максимально разовая ≤ 30 мин	среднесуточная >30 мин				≤ 30 мин	>30 мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
№ ---	Азота диоксид	0,5	2	0,085	0,04	2	0	<ПДК (+)	>ПДК (-)	>ПДК (-)
	Ацетон	0,2	200	0,35	0,35	4	-	<ПДК (+)	<ПДК (+)	<ПДК (+)
	Бензол	0,05	5	1,5	0,1	2	К	<ПДК (+)	<ПДК (+)	<ПДК (+)
	Фенол	0,01	0,3	0,01	0,003	2	–	<ПДК (+)	=ПДК (+)	>ПДК (-)
	Углерода оксид	10	20	5	3	4	Ф	<ПДК (+)	>ПДК (-)	>ПДК (-)
	Винилацетат	0,1	10	0,15	0,15	3	-	<ПДК (+)	<ПДК (+)	<ПДК (+)

Вывод:

- Фактические концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны находится в норме.
- В воздухе населённых пунктов при времени воздействия менее или 30 минут:
 - фактическая концентрация диоксида азота и оксида углерода превышают установленные максимально разовые ПДК для данных веществ.
 В воздухе населённых пунктов при времени при воздействии свыше 30 минут:
 - фактические концентрации диоксида азота, оксида углерода и фенола превышают среднесуточные ПДК, установленные для этих веществ.
- Следовательно, производство является вредным для людей, проживающих рядом. Необходимо принять соответствующие меры.

ЛИТЕРАТУРА

- Безопасность жизнедеятельности/С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков и др. – 2-е изд., испр. И доп. – М.: Высшая школа, 1999. – 448 с.
- ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
- Справочник помощника санитарного врача и помощника эпидемиолога/Под ред. Д.П. Никитина, А.И. Зайченко. – М.: Медицина, 1990. – 512 с.

II. РАСЧЁТ УРОВНЯ ШУМА В ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В процессе разработки проектов генеральных планов городов и детальной планировки их районов предусматривают градостроительные меры по снижению транспортного шума в жилой застройке. При этом учитывают расположение транспортных магистралей, жилых и нежилых зданий, возможное наличие зелёных насаждений. Учёт этих факторов помогает в одних случаях обойтись без специальных строительно-акустических мероприятий по защите от шума, а в других – снизить затраты на их осуществление.

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА

Задача данного практического занятия – определить уровень звука в расчётной точке (площадка для отдыха в жилой застройке, см. рис. 1) от источника шума – автотранспорта, движущегося по уличной магистрали.

Уровень звука в расчётной точке, $\partial БА$,

$$L_{pm} = L_{u.ш.} - \Delta L_{рас} - \Delta L_{воз} - \Delta L_{зел} - \Delta L_{э} - \Delta L_{зд}, \quad (2.1.)$$

где $L_{u.ш.}$ – уровень звука от источника шума (автотранспорта); $\Delta L_{рас}$ – снижение уровня звука из-за его рассеивания в пространстве; $\partial БА$; $\Delta L_{воз}$ – снижение уровня звука из-за его затухания в воздухе, $\partial БА$; $\Delta L_{зел}$ – снижение уровня звука зелёными насаждениями, $\partial БА$; $\Delta L_{э}$ – снижение уровня звука экраном (зданием), $\partial БА$;

В формуле влияние травяного покрытия и ветра на снижение уровня звука не учитывается.

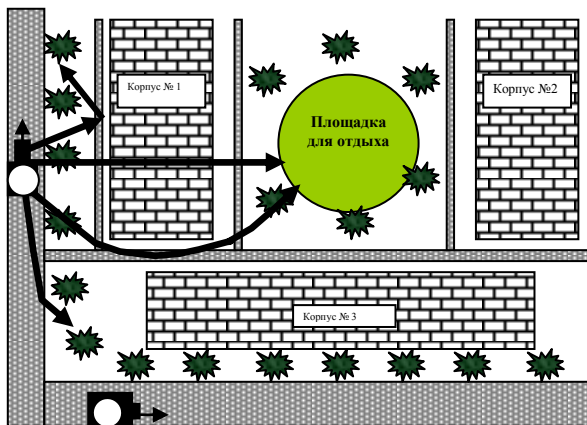


Рис. 1 Расположение площадки для отдыха в жилой застройке.

Снижение уровня звука от его рассеивания в пространстве

$$\Delta L_{рас} = 10 \lg (r_n / r_o), \quad (2.2.)$$

где r_n – кратчайшее расстояние от источника шума до расчётной точки, м; r_o – кратчайшее расстояние между точкой, в которой определяется звуковая характеристика источника шума, и источники шума; $r_o = 7,5$ м.

Снижение уровня звука из-за его затухания в воздухе

$$\Delta L_{воз} = (\alpha_{воз} r_n) / 100, \quad (2.3.)$$

где $\alpha_{воз}$ – коэффициент затухания звука в воздухе; $\alpha_{воз} = 0,5 \partial БА/м$.

Снижение уровня звука зелёными насаждениями

$$\Delta L_{зел} = \alpha_{зел} \cdot B, \quad (2.4.)$$

где $\alpha_{зел}$ – постоянная затухания шума; $\alpha_{зел} = 0,1 \partial БА$; B – ширина полосы зелёных насаждений; $B = 10$ м.

Снижение уровня звука экраном (зданием) $\Delta L_{э}$ зависит от разности длин путей звукового луча δ , м.

Таблица 2.1. Зависимость снижения уровня звука экраном (зданием) от разности звукового луча.

δ	1	2	5	10	15	20	30	50	60
$\Delta L_{\text{воз}}$	14	16,2	18,4	21,2	22,4	22,5	23,1	23,7	24,2

Расстоянием от источника шума и от расчётной точки до поверхности земли можно пренебречь.

Снижение шума за экраном (зданием) происходит в результате образования звуковой тени в расчётной точке и огибания экрана звуковым лучом.

Снижение шума зданием (преградой) обусловлено отражением звуковой энергии от верхней части здания:

$$\Delta L_{\text{воз.зд}} = K \cdot W, \quad (2.5)$$

где K – коэффициент, дБА/м; $K = 0,8 \dots 0,9$; W – толщина (ширина) здания, м.

Допустимый уровень звука на площадке для отдыха – не более 45 дБА.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

3.1. Выбрать вариант (см. табл. 2.3.).

3.2. Ознакомиться с методикой расчёта.

3.3. В соответствии с данными варианта определить снижение уровня звука в расчётной точке и, зная уровень звука от автотранспорта (источник шума), по формуле (2.1.) найти уровень звука в жилой застройке.

3.4. Определив уровень звука в жилой застройке, сделать вывод о соответствии расчётных данных допустимым нормам.

3.5. Подписать отчёт и сдать преподавателю.

4. Таблица 2.3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «РАСЧЕТ УРОВНЯ ШУМА В ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКЕ».

Вариант	r_n , м	δ , м	W , м	$L_{\text{и.ш.}}$, дБа
1.	2.	3.	4.	5.
01	70	5	10	70
02	80	10	10	70
03	85	15	12	70
04	90	20	12	70
05	100	30	14	70
06	105	50	14	75
07	110	60	16	75
08	115	5	16	75
09	125	10	18	75
10	135	15	18	75

11	60	20	10	80
12	65	30	10	80
13	75	50	12	80
14	80	60	12	80
15	100	5	14	80
16	95	10	14	85
17	105	15	16	85
18	110	20	16	85
19	115	30	18	85
20	120	50	18	85
21	65	60	10	90
22	70	5	10	90
23	80	10	12	90
24	85	15	12	90
25	95	20	14	90
26	100	30	14	70
27	110	50	16	70
28	115	60	16	70
29	120	5	18	70
30	125	10	18	70

5. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «РАСЧЁТ УРОВНЯ ШУМА В ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКЕ»

1. Исходные данные:

Вариант	r_n , м	δ , м	W , м	$L_{и. ш.}$, дБа
№ -	75	50	12	80

2. Цель работы: определить уровень звука в расчётной точке (площадка для отдыха в жилой застройке) от источника шума – автотранспорта, движущегося по уличной магистрали и сравнить с допустимым.

3. Ход работы:

Рассчитаем уровень звука в расчетной точке по формуле (2.1.):

$$L_{рт} = L_{и.ш.} - \Delta L_{рас} - \Delta L_{воз} - \Delta L_{зел} - \Delta L_{э} - \Delta L_{зд}, \text{ дБа},$$

где $L_{и.ш.}$ – уровень звука от источника шума (автотранспорта); $\Delta L_{рас}$ – снижение уровня звука из-за его рассеивания в пространстве; дБа; $\Delta L_{воз}$ – снижение уровня звука из-за его затухания в воздухе, дБа; $\Delta L_{зел}$ – снижение уровня звука зелёными насаждениями, дБа; $\Delta L_{э}$ – снижение уровня звука экраном (зданием), дБа.

Для этого нам необходимо рассчитать:

1. Снижение уровня звука из-за рассеивания в пространстве:

$$\Delta L_{рас} = 10 \cdot \lg(r_n/r_o)$$

$$\Delta L_{рас} = 10 \cdot \lg(75/7,5) = 10 \cdot \lg 10 = 10,$$

где R_n – кратчайшее расстояние от источника шума до расчетной точки, м; r_o – кратчайшее расстояние между точкой, в которой определяется звуковая характеристика источника шума, и источником шума $r_o = 7,5$ м.

2. Снижение уровня звука из-за его затухания в воздухе:

$$\Delta L_{воз} = (L_{воз} \cdot r_n) / 100$$

$$\Delta L_{воз} = (0,5 \cdot 75) / 100 = 0,375$$

3. Снижение уровня шума зелёными насаждениями:

$$\Delta L_{зел} = \alpha_{зел} \cdot B$$

$$\Delta L_{зел} = 0,1 \cdot 10 = 1,$$

где $L_{зел}$ – постоянная затухания шума, $L_{зел} = 0,1 \text{ дБа/м}$; B – ширина полосы зелёных насаждений, $B = 10$ м

4. Снижение уровня шума экраном $\Delta L_{воз}$ зависит от разности длин путей звукового луча δ , м.

Находим из таблицы 2.1. по данным варианта (табл. 2.3.):

δ	1	2	5	10	15	20	30	50	60
$\Delta L_{воз}$	14	16,2	18,4	21,2	22,4	22,5	23,1	23,7	24,2

Следовательно:

$$\Delta L = 23,7$$

5. Снижение шума зданием (преградой) обусловлено отражением звуковой энергии от верхней части здания:

$$\Delta L_{зд} = K \cdot W$$

$$\Delta L_{зд} = 12 \cdot 0,85 = 10,2,$$

где K – коэффициент, $K = 0,8 \dots 0,9 \text{ дБа/м}$

6. По формуле (2.1.) находим уровень звука в расчётной точке, подставив все вычисленные данные:

$$L_{рт} = 80 - 10 - 0,375 - 1 - 23,7 - 10,2 = 34,725 \text{ дБа}.$$

Вывод: Рассчитанный уровень звука на площадке отдыха в жилой застройке равен 34,725 дБа, что меньше допустимого, равного 45 дБа. Следовательно, уровень звука соответствует нормам.

ЛИТЕРАТУРА

- Охрана окружающей среды /С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков и др.; Под ред. С.В. Белова. – 2-е изд., испр. И доп. – М.: Высшая школа, 1991. – 319 с.
- Руководство по расчету и проектированию средств защиты застройки от транспортного шума/Г.Л. Осипов, В.Е. Коробков и др. – М.: Стройиздат, 1982. – 31с.

III. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ.

Вода – один из важнейших компонентов биосферы и необходимый фактор существования живых организмов. В настоящее время антропогенное воздействие на гидросферу значительно возросло. Открытые водоемы и подземные водоисточники относятся к объектам Государственного санитарного надзора. Требования к качеству воды регламентируются соответствующими нормативными документами.

В соответствии с нормативными требованиями качество питьевой воды оценивают по трем показателям: бактериологическому, содержанию токсических веществ и органолептическим свойствам.

Основные источники загрязнения водоемов – бытовые сточные воды и стоки промышленных предприятий. Поверхностный сток (ливневые воды) – непостоянный по времени, количеству и качеству фактор загрязнения водоемов. Загрязнение водоемов происходит также в результате работы водного транспорта и лесосплава.

Различают водоиспользование двух категорий:

1. к первой категории относится использование водного объекта в качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности;
2. ко второй категории относится использование водного объекта для купания, спорта и отдыха населения, а также использование водных объектов, находящихся в черте населенных мест.

В качестве гигиенических нормативов принимают предельно допустимые концентрации (ПДК) – максимально допустимые концентрации, при которых содержащиеся в воде вещества не оказывают прямого или опосредованного влияния на организм человека в течение всей жизни и не ухудшают гигиенические условия водопользования. ПДК вредных веществ в водных объектах первой и второй категорий водопользования приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. ПДК веществ в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения.

Вещество	ЛПВ	ПДК, мг/л	Класс опасности
Алюминий	С-г	0,5	2
Ацетальдегид	Орг.	0,2	4
Ацетон	Общ.	2,2	3
Барий	С-г	0,1	2
Бенз(а)пирен	С-г	0,000005	1
Бензин	Орг.	0,1	3
Бензол	С-г	0,5	2
Бериллий	С-г	0,0002	1
Бор	С-г	0,5	2
Бром	С-г	0,2	2
Бутилбензол	Орг.	0,1	3
Бутилен	Орг.	0,2	3
Ванадий	С-г	0,1	3
Винилацетат	С-г	0,2	2
Висмут	С-г	0,1	2
Вольфрам	С-г	0,05	2
Гидрохинон	Орг.	0,2	4
Глицерин	Общ.	0,5	4
Диметилфталат	С-г	0,3	3
Диэтиламин	С-г	2,0	3
Железо	Орг.	0,3	3
Кадмий	С-г	0,01	2
Кальция фосфат	Общ.	3,51	4
Капролактан	Общ.	1,0	4
Керосин технический	Орг.	0,01	4
Кобальт	С-г	0,1	2
Кремний	С-г	10,0	2
Литий	С-г	0,03	2
Марганец	Орг.	0,1	3
Медь	Орг.	1,0	3

Метилмеркаптан	Орг.	0,0002	4
Молибден	С-т	0,25	2
Мышьяк	С-т	0,05	2
Натрий	С-т	200,0	2
Натрия хлорат	Орг.	20,0	3
Нафталин	Орг.	0,01	4
Нефть многосернистая	Орг.	0,1	4
Никель	С-т	0,1	3
Ниобий	С-т	0,01	2
Нитраты	С-т	45,0	3
Нитриты	С-т	3,3	2
Пропилбензол	Орг.	0,2	3
Пропилен	Орг.	0,5	3
Ртуть	С-т	0,0005	1
Свинец	С-т	0,03	2
Селен	С-т	0,01	2
Сероуглерод	Орг.	1,0	4
Скипидар	Орг.	0,2	4
Стирол	Орг.	0,1	3
Стрептоцид	Общ.	0,5	4
Стронций (стабильный)	С-т	7,0	2
Сульфаты	Орг.	500,0	4
Сульфиды	Общ.	Отсутствие	3
Таллий	С-т	0,0001	1
Натрия тиосульфат	Общ.	2,5	3
Фенол	Орг.	0,001	4
Формальдегид	С-т	0,05	2
Фосфор элементарный	С-т	0,0001	1
Фтор	С-т	1,5	2
Хлор активный	Общ.	Отсутствие	3

Примечание. К лимитирующим показателям вредности (*ЛПВ*) относятся: санитарно-токсикологический (*с-т*); общесанитарный (*общ.*); органолептический (*орг.*).

В соответствии с действующей классификацией химические вещества по степени опасности подразделяют на четыре класса: 1-й класс – чрезвычайно опасные; 2-й класс – высокоопасные; 3-й класс – опасные; 4-й класс – умеренно опасные.

В основу классификации положены показатели, характеризующие степень опасности для человека веществ, загрязняющих воду, в зависимости от их общей токсичности, кумулятивности, способности вызывать отдаленные побочные действия.

Если в воде присутствуют несколько веществ 1-го и 2-го классов опасности, сумма отношений концентраций ($C_1, C_2, \dots, C_n$) каждого из веществ в водном объекте к соответствующим значениям ПДК не должна превышать единицы:

$$C_1 / \text{ПДК}_1 + C_2 / \text{ПДК}_2 + \dots + C_n / \text{ПДК}_n \leq 1 \quad (3.1.)$$

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.

- 2.1. Ознакомиться с методикой
- 2.2. Выбрать вариант (табл. 3.2.)
- 2.3. Дать классификацию нормативных требований к питьевой воде.
- 2.4. Дать классификацию категорий водопользования.
- 2.5. Перечислить лимитирующие показатели вредности.
- 2.6. Привести гигиенические нормативы для вредных веществ, содержащихся в пробах питьевой воды по варианту.
- 2.7. Сравнить фактические значения концентраций вредных веществ по варианту (табл. 3.2.) с нормативными (табл. 3.1.).

2.8. При наличии веществ 1-го и 2-го классов опасности провести оценку качества питьевой воды по формуле (3.1.).

2.9. Подписать отчет и сдать преподавателю.

3. Таблица 3.2. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ».

Вариант	Вредное вещество	Фактическая концентрация, мг/л
1.	2.	3.
01	Алюминий Бериллий Бутилен Ацетон Хлор активный	0,4 0,0001 0,15 2,0 0,0001
02	Свинец Висмут Скипидар Нитраты Фенол	0,02 0,08 0,1 40,0 0,0002
03	Медь Ниобий Селен Нафталин Натрия хлорат	0,8 0,005 0,002 0,02 10,0
04	Бензин Ртуть Фосфор элементарный Диметилфталат Нефть многосернистая	006 0,0001 0,0001 1,0 0,001
05	Фтор Глицерин Кадмий Диэтиламин Бутилбензол	1,0 0,3 0,01 1,0 0,01
06	Ванадий Железо Кобальт Кальция фосфат таллий	0,05 0,04 0,1 3,0 0,0001
07	Бенз(а)пирен Кремний Гидрохинон Ацетальдегид Стирол	0,00001 1,0 0,1 0,05 0,01
08	Марганец Сульфаты Литий Нитриты Формальдегид	0.04 50,0 0,01 3,5 0,03
09	Капролактан Метилмеркаптан Бром Вольфрам Натрий	0,7 0,00001 0,15 0,04 150,0

10	Молбден Керосин технический Стронций стабильный Никель Стрептоцид	0,4 0,005 2,5 0,1 0,4
11	Барий Алюминий Фенол Нитриты Скипидар	0,07 0,45 0,0008 3,0 0,2
12	Стронций стабильный Нитриты Медь Нафталин Литий	5,0 2,5 0,9 0,01 0,02
13	Мышьяк Натрия тиосульфат Фтор Алюминий Марганец	0,01 1,5 1,0 0,35 0,01
14	Бензин Никель Селен Барий Литий	0,1 0,1 0,007 0,01 0,02
15	Сульфиды Винилацетат Сероуглерод Бензол Натрия тиосульфат	0,00002 0,15 1,2 0,4 2,0
16	Мышьяк Бор Пропилен Сульфиды Глицерин	0,003 0,3 0,4 0,00001 0,6
17	Фтор Пропилен Ниобий Натрий Никель	1,0 0,45 0,008 150,0 0,4
18	Кадмий Ванадий Бутилен Бром Стирол	0,001 0,1 0,17 0,1 0,1
19	Стирол Капролактамы Ртуть Таллий Кремний	0,09 0,5 0,0004 0,00005 6,7
20	Формальдегид Вольфрам Кобальт Скипидар Диметилфталат	0,04 0,04 0,05 0,2 1,5
21	Селен Алюминий Фтор Винилацетат Нитраты	0,005 0,1 1,3 0,16 35,0

22	Ацетальдегид Формальдегид Сульфид Ртуть Стронций стабильный	0,1 0,02 0,0001 0,0001 1,0
23	Натрия тиосульфат Никель Медь Барий Висмут	0,5 0,1 0,2 0,05 0,01
24	Бензин Нитриты Мышьяк Бром Кальция фосфат	0,1 1,0 0,01 0,15 2,5
25	Вольфрам Марганец Глицерин Натрий Кобальт	0,04 0,15 0,4 150,0 0,1
26	Хлор активный Кадмий Таллий Диэтиламин Фенол	0,00001 0,0005 0,00006 2,2 0,0001
27	Стирол Бенз(а)пирен Свинец Бор Сероуглерод	0,1 0,000001 0,01 0,3 0,5
28	Скипидар Ацетон Литий Железо Бензол	0,1 1,0 0,01 0,1 0,3
29	Фосфор элементарный Сульфаты Кремний Бутилен Нафталин	0,0001 6,0 1,0 0,1 0,02
30	Ниобий Молибден Бериллий Натрий Стрептоцид Гидрохинон	0,01 0,2 0,0001 150,0 0,4 0,01

4. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ»

1. Исходные данные:

Вариант	Вредное вещество	Фактическая концентрация, мг/л
1.	2.	3.
№ ---	Бор	0,5
	Ацетон	0,0001
	Алюминий	0,4
	Сероуглерод	0,3
	Бериллий	0,0001
	Бутилен	0,15
	Хлор активный	2,0

2. Цель работы: дать оценку качеству питьевой воды по данным варианта.

3. Ход работы:

В соответствии с нормативными требованиями качество питьевой воды оценивают по трем показателям: бактериологическому, содержанию токсических веществ и органолептическим свойствам.

Основные источники загрязнения водоемов – бытовые сточные воды и стоки промышленных предприятий. Поверхностный сток (ливневые воды) – непостоянный по времени, количеству и качеству фактор загрязнения водоемов. Загрязнение водоемов происходит также в результате работы водного транспорта и лесосплава.

Различают водоиспользование двух категорий: к первой категории относится использование водного объекта в качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности; ко второй категории относится использование водного объекта для купания, спорта и отдыха населения, а также использование водных объектов, находящихся в черте населенных мест. В качестве гигиенических нормативов принимают предельно допустимые концентрации (ПДК) – максимально допустимые концентрации, при которых содержащиеся в воде вещества не оказывают прямого или опосредованного влияния на организм человека в течение всей жизни и не ухудшают гигиенические условия водопользования.

В соответствии с действующей классификацией химические вещества по степени опасности подразделяют на четыре класса: 1-й класс – чрезвычайно опасные; 2-й класс – высокоопасные; 3-й класс – опасные; 4-й класс – умеренно опасные.

По таблице 3.1. «ПДК веществ в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения» находим данные ПДК, ЛПВ и классы опасности веществ, которые даны в варианте (см. табл. 3.2) и заполняем таблицу:

Вариант	Вредное вещество	Фактическая концентрация, мг/л	ЛПВ	ПДК, мг/л	Класс опасности	Данные для расчета
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
№ ---	Бор	0,5	С-т	0,5	2	2
	Ацетон	0,0001	Общ.	2,2	3	
	Алюминий	0,4	С-т.	0,5	2	2
	Сероуглерод	0,3	Орг.	1	4	
	Бериллий	0,0001	С-т.	0,0002	1	1
	Бутилен	0,15	Орг.	0,2	3	
	Хлор активный	2,0	Общ.	Отсутствие	3	

Сравним фактические значения концентраций вредных веществ с нормативными:

Бор - не превышена ПДК; ацетон – концентрация в воде намного меньше ПДК; алюминий – концентрация меньше ПДК; сероуглерод – меньше ПДК; бериллий – меньше ПДК; бутилен – меньше ПДК; хлор активный – ПДК не установлена.

Из табл. 3.2. видно, что по данным варианта в воде находятся 7 веществ различных классов опасности, но только 3 из них относятся к 1-му и 2-му классам опасности.

Если в воде присутствуют несколько веществ 1-го и 2-го классов опасности, сумма отношений концентраций ($C_1, C_2, \dots, C_n$) каждого из веществ в водном объекте к соответствующим значениям ПДК не должна превышать единицы (согласно формуле 3.1.):

$$C_1 / \text{ПДК}_1 + C_2 / \text{ПДК}_2 + \dots + C_n / \text{ПДК}_n \leq 1$$

$$0,5 / 0,5 + 0,4 / 0,5 + 0,0001 / 0,0002 = 1 + 0,8 + 0,5 = 2,3$$

Вывод: По результатам расчета сумма отношений концентраций ($C_1, C_2, \dots, C_n$) веществ 1-го и 2-го классов опасности в водном объекте к соответствующим значениям ПДК превышает единицу и равна 2.3, следовательно, вода не относится к 1-ой категории водопользования и не является питьевой. Концентрации остальных веществ, находящихся в воде не превышают предельно допустимых значений. Вода относится ко 2-ой категории водопользования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник помощника санитарного врача и помощника эпидемиолога/Под ред. Д.П. Никитина, А.И. Зайченко. – 2-е изд. – М.: Медицина, 1990 - 512 с.

IV. ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

В нормах радиационной безопасности НРБ-99 установлены:

1. Три категории облучаемых лиц:

категория *A* – персонал (профессиональные работники);

категория *B* – профессиональные работники, не связанные с использованием источников ионизирующих излучений, но рабочие места которых расположены в зонах воздействия радиоактивных излучений;

категория *B* – население области, края, республики, страны.

2. Три группы критических органов:

1-я группа – все тело, половые органы, костный мозг;

2-я группа – мышцы, щитовидная железа, жировая ткань, печень, почки, селезенка, желудочно-кишечный тракт (ЖКТ), легкие, хрусталик глаза и другие органы, за исключением тех, которые относятся к 1-й и 3-й группам

3-я группа – кожный покров, костная ткань, кисти, предплечья, стопы.

3. Основные дозовые пределы, допустимые для лиц категорий *A*, *B* и *B*.

Основные дозовые пределы – предельно допустимые дозы (ПДД) облучения (для категории *A*) и пределы дозы (ПД) (для категории *B*) за календарный год. ПДД и ПД измеряются в миллизивертах в год (*мЗв/год*). ПДД и ПД не включают в себя дозы естественного фона и дозы облучения, получаемые при медицинском обследовании и лечении (см. табл. 4.1.)

Таблица 4.1.. Основные дозовые пределы, *мЗв/год*

Категория облучаемых лиц	Группа критических органов		
	1-я	2-я	3-я
<i>A</i>	20	150	500
<i>B</i>	1	15	50

Примечание. Дозы облучения для персонала категории *B* не должны превышать $\frac{1}{4}$ значений для персонала категории *A*.

ПДД – наибольшее значение индивидуальной эквивалентной дозы облучения за календарный год, которое при равномерном воздействии в течение 50 лет не вызовет в состоянии здоровья персонала неблагоприятных изменений, обнаруживаемых современными методами.

ПД – основной дозовый предел, при котором равномерное облучение в течение 70 лет не вызовет изменений здоровья, обнаруживаемых современными методами.

2. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ.

При проведении радиационного контроля и оценке соответствия параметров радиационной обстановки нормативам должны соблюдаться следующие соотношения:

$$H \leq \text{ПДД}, \quad (4.1.)$$

где *H* – максимальная эквивалентная доза излучения на данный критический орган, *мЗв/год* :

$$H = D \cdot k, \quad (4.2.)$$

где *D* – поглощенная доза излучения, *мЗв/год*; *k* – коэффициент качества излучения (безразмерный коэффициент, на который следует умножить поглощенную дозу рассматриваемого излучения для получения эквивалентной дозы этого излучения);

Для категории *B*

$$H \leq \text{ПД}, \quad (4.3.)$$

где *H* рассчитывают по формуле (4.2.)

Значения коэффициента k приведены ниже.

Вид излучения	k
Рентгеновское и γ - излучение	1
Электроны и позитроны, β – излучение	1
Протоны с энергией $< 10 \text{ МэВ}$	10
Нейтроны с энергией $< 0,02 \text{ МэВ}$	3
Нейтроны с энергией $0,1 \dots 10 \text{ МэВ}$	10
α – излучение с энергией $< 10 \text{ МэВ}$	20
Тяжелые ядра отдачи	20

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.

- 3.1. Выбрать вариант (табл. 4.2.).
- 3.2. Ознакомиться с методикой.
- 3.3. В соответствии с категорией облучаемых лиц, группой критических органов и режимов работы определить основные дозовые пределы (ПДД и ПД).
- 3.4. По формуле (4.2.) определить максимальную эквивалентную дозу излучения.
- 3.5. С помощью формул (4.1.) и (4.3.) сделать вывод о соответствии радиационной обстановки нормам радиационной безопасности.
- 3.6. Подписать отчет и сдать преподавателю.

4. Таблица 4.2. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ»

Вариант	Категория облучаемых лиц	Облучение		
		Группа критических органов	Вид излучения	Поглощенная доза, мЗв/год
1.	2.	3.	4.	5.
01	A	Все тело	α – излучение с энергией $< 10 \text{ МэВ}$	1
02	A	Все тело	α – излучение с энергией $< 10 \text{ МэВ}$	2
03	A	Щитовидная железа	β – излучение	75
04	A	Печень, почки	Протоны с энергией $< 10 \text{ МэВ}$	10
05	A	Легкие	Протоны с энергией $< 10 \text{ МэВ}$	20
6	A	Голени и стопы	Нейтроны с энергией $0,1 \dots 10 \text{ МэВ}$	15

Продолжение табл. 4.2.

07	А	Кожный покров	Нейтроны с энергией 0,1 ...10 МэВ	20
08	Б	Все тело	γ - излучение	1
09	А	Все тело	γ - излучение	2
10	Б	Все тело	Рентгеновское излучение	3
11	А	Органы пищеварения	Рентгеновское излучение	10
12	А	Органы пищеварения	Нейтроны с энергией < 0,02 МэВ	1
13	А	Легкие	Нейтроны с энергией < 0,02 МэВ	2
14	А	Легкие	Нейтроны с энергией < 0,02 МэВ	3
15	А	Легкие	Нейтроны с энергией < 0,02 МэВ	4
16	А	Все тело	Нейтроны с энергией 0,1 ...10 МэВ	2
17	А	Все тело	Нейтроны с энергией 0,1 ...10 МэВ	3
18	А	Костная ткань	Протоны с энергией < 10 МэВ	20
19	А	Мышцы	Протоны с энергией < 10 МэВ	10
20	А	Легкие	β – излучение	100
21	А	Кисти рук	β – излучение	200
22	А	Кожный покров	α – излучение	20
23	А	Печень, почки	α – излучение	10
24	Б	Все тело	γ - излучение	2
25	Б	Все тело	γ - излучение	4
26	Б	Все тело	Нейтроны с энергией < 0,02 МэВ	1
27	Б	Легкие	Нейтроны с энергией < 0,02 МэВ	2
28	Б	Легкие	Нейтроны с энергией < 0,02 МэВ	1
29	Б	Органы пищеварения	Рентгеновское излучение	5
30	Б	Органы пищеварения	Рентгеновское излучение	10

5. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ»

1. Исходные данные:

Вариант	Категория облучаемых лиц	Облучение		
		Группа критических органов	Вид излучения	Поглощенная доза, мЗв/год
№	Б	Органы пищеварения	Рентгеновское излучение	10

2. Цель работы: оценить радиационную обстановку согласно данным варианта на соответствие нормам радиационной безопасности.

3. Ход работы:

В нормах радиационной безопасности НРБ-99 установлены:

- три категории облучаемых лиц: категория *А* – персонал (профессиональные работники); **категория Б** – профессиональные работники, не связанные с использованием источников ионизирующих излучений, но рабочие места которых расположены в зонах воздействия радиоактивных излучений; категория *В* – население области, края, республики, страны.
- три группы критических органов: 1-я группа – все тело, половые органы, костный мозг; 2-я группа – мышцы, щитовидная железа, жировая ткань, печень, почки, селезенка, **желудочно-кишечный тракт (ЖКТ)**, легкие, хрусталик глаза и другие органы, за исключением тех, которые относятся к 1-й и 3-й группам; 3-я группа – кожный покров, костная ткань, кисти, предплечья, стопы.
- основные дозовые пределы, допустимые для лиц категорий *А*, *Б* и *В*.

Основные дозовые пределы – предельно допустимые дозы (ПДД) облучения (для категории *А*) и пределы дозы (ПД) (для категории *Б*) за календарный год. ПДД и ПД измеряются в миллизивертах в год (*мЗв/год*). ПДД и ПД не включают в себя дозы естественного фона и дозы облучения, получаемые при медицинском обследовании и лечении (см. табл. 4.1.)

При проведении радиационного контроля и оценке соответствия параметров радиационной обстановки нормативам должны соблюдаться следующие соотношения:

$$H \leq \text{ПДД},$$

где *H* – максимальная эквивалентная доза излучения на данный критический орган, *мЗв/год*.

$$H = D \cdot k,$$

$$H = 10 \cdot 1 = 10 \text{ мЗв/год},$$

где *D* – поглощенная доза излучения, *мЗв/год*; *k* – коэффициент качества излучения (безразмерный коэффициент, на который следует умножить поглощенную дозу рассматриваемого излучения для получения эквивалентной дозы этого излучения);

По данным варианта (табл. 4.2.) для группы критических органов - «пищеварение» и категории облученных лиц - «А» нахожу основной дозовый предел из табл. 4.1.

Таблица 4.1. Основные дозовые пределы, *мЗв/год*

Категория облучаемых лиц	Группа критических органов		
	1-я	2-я	3-я
А	20	150	500
В	1	15	50

$$\text{ПДД} = 150 \text{ мЗв/год},$$

Дозы облучения для персонала категории *Б* не должны превышать $\frac{1}{4}$ значений для персонала категории *А*, следовательно:

$$150 / 4 = 37,5 \text{ мЗв/год}$$

Сравним рассчитанную максимальную эквивалентную дозу на органы пищеварения при рентгеновском излучении с ПДД на данный критический орган:

$$10 < 37,5$$

Вывод: В результате расчета определили, что максимальная эквивалентная доза на органы пищеварения при рентгеновском излучении не превышает установленную ПДД на данный критический орган, следовательно, радиационная обстановка соответствует нормам радиационной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. Ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 1999. – 448 с.
2. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 352 с.
3. Охрана окружающей среды / С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков и др.; Под ред. С.В. Белова. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 1991. – 319 с.

V. РАСЧЕТ НАГРУЗОК, СОЗДАВАЕМЫХ УДАРНОЙ ВОЛНОЙ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

Нагрузки, создаваемые ударной волной в результате взрыва емкостей со сжатым газом, взрыва газозавоздушной смеси, воздушного и наземного ядерных взрывов, приводят к разрушениям зданий, сооружений, оборудования, установок и т.д.

В результате разрушения объектов возникают чрезвычайные ситуации с соответствующими степенями разрушения, опрокидывания и смещения оборудования и установок.

Для принятия решений по проведению восстановительных работ на объектах, подвергшихся разрушению, необходимо провести оценку степени разрушения.

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА.

2.1. ВЗРЫВ ЕМКОВСТИ СО СЖАТЫМ ГАЗОМ:

Тротиловый эквивалент, кг,

$$Q = A / 3,8, \quad (5.1.)$$

где A – работа взрыва (работа газа при адиабатическом расширении), МДж.

$$A = [(p_1 \cdot V)[1 - (p_2 / p_1)^{(m-1)/m}]] / (m - 1), \quad (5.2.)$$

где p_1 – начальное давление в сосуде, МПа; V – начальный объем газа, м³;
 p_2 – конечное давление, МПа, $p_2 = 0,1 \cdot p_1$; m – показатель адиабаты, $m = 1,4$.

Безопасное расстояние, м, от места взрыва для человека

$$R_{\min} = 16 \cdot q^{1/3} \quad (5.3.)$$

Безопасное расстояние, м, места взрыва для жилой застройки

$$R_{\min} = 5 \cdot q^{1/2} \quad (5.4.)$$

2.2. ВЗРЫВ ГАЗОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ.

Избыточное давление при взрыве газозавоздушной смеси, кПа,

$$\Delta p_{\phi} = (m \cdot H_T \cdot p_0 \cdot z) / (V_n \cdot c \cdot \rho \cdot T_0 \cdot R_H), \quad (5.5.)$$

где m – масса горючего газа, кг; H_T – теплота сгорания, кДж/кг, $H_T = 40 \cdot 10^3$ кДж/кг; p_0 – начальное давление; z – доля участия взвешенного дисперсного продукта при взрыве, $z=0,5$;

V_n – объем помещения, м³; $c = 1,01$ кДж – теплоемкость воздуха; $\rho = 1,29$ кг/м³ – плотность воздуха; $T_0 = 300$ К – температура в помещении; $R_H = 3$, коэффициент негерметичности помещения;

2.3. ЯДЕРНЫЙ ВЗРЫВ И ВЗРЫВ ЕМКОВСТИ

Избыточное давление, кПа, во фронте ударной волны наземного и воздушного ядерного взрыва, а также при взрыве емкости со сжатым газом

$$\Delta p_{\phi} = \frac{105 \cdot (\sqrt[3]{0,5 \cdot q})}{R} + \frac{410 \cdot (\sqrt[3]{(0,5 \cdot q)^2})}{R^2} + \frac{1370 \cdot (0,5 \cdot q)}{R^3}, \quad (5.6.)$$

где R – расстояние от центра взрыва, м.

2.4. СТЕПЕНЬ РАЗРУШЕНИЯ ОБЪЕКТА ВОЗДЕЙСТВИЯ (ЗДАНИЯ, СООРУЖЕНИЯ И Т.Д.

Степень разрушения объекта воздействия оценивают по критерию физической устойчивости (сильное, среднее, слабое), а объекты воздействия (оборудование, установки и т.д.) – по критерию опрокидывания и смещения.

2.4.1. Если под воздействием ударной волны с избыточным давлением элементы производственного комплекса разрушаются полностью, разрушение оценивается как сильное; если элементы производственного комплекса в этих условиях могут быть восстановлены в короткие сроки, разрушение оценивается как среднее или слабое.

Степень разрушения производственных комплексов в зависимости от избыточного давления может быть оценена следующим образом:

- для промышленного здания с металлическим или железобетонным каркасом: при избыточном давлении 50...60 кПа – сильное, 40...50 – среднее, 20...40 кПа – слабое;
- для кирпичного многоэтажного здания с остеклением: при избыточном давлении 20...30 кПа – сильное, 10...20 кПа – среднее, 8...10 кПа – слабое;
- для кирпичного одно- и двухэтажного здания с остеклением: при избыточном давлении 25...35 кПа – сильное, 15...25 кПа – среднее, 8...15 кПа – слабое;
- для приборных стоек: при избыточном давлении 50...70 кПа – сильное, 30...50 кПа – среднее, 10...30 кПа – слабое;
- для антенных устройств: при избыточном давлении 40 кПа – сильное, 20...40 кПа – среднее, 10...20 кПа – слабое;
- для открытых складов с железобетонным перекрытием: при избыточном давлении 200 кПа – сильное.

2.4.2. Степень опрокидывания и смещения антенного устройства или приборной стойки.

Скоростной напор взрыва, $\kappa\text{Па}$,

$$P_{\text{ск.}} = 2,5 \cdot \Delta p_{\phi}^2 / (\Delta p_{\phi} + 7p_0), \quad (5.7.)$$

где p_0 – начальное скоростное давление, $\kappa\text{Па}$, $p_0 = 101 \kappa\text{Па}$.

Допустимый скоростной напор взрыва, $\kappa\text{Па}$, при опрокидывании антенного устройства или приборной стойки

$$P_{\text{ск.}}^{\text{опр.}} \geq (a / b) \cdot [G / (C_x \cdot S)], \quad (5.8.)$$

где a и b – высота и ширина объекта, м ; G – масса объекта, Н ; C_x – коэффициент аэродинамического сопротивления; S – площадь поперечного сечения приборной стойки, м^2 .

Если скоростной напор взрыва больше допустимого при опрокидывании, то антенное устройство или приборная стойка опрокинется.

Допустимый скоростной напор взрыва при смещении антенного устройства или приборной стойки

$$P_{\text{ск.}}^{\text{см}} \geq (f \cdot G) / (C_x \cdot S), \quad (5.9.)$$

где f – коэффициент трения.

Если скоростной напор взрыва больше допустимого при смещении, то антенное устройство сместится.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

Выбрать вариант (см. таблицу 5.1.)

Ознакомиться с методикой расчета.

Выполнить расчет в соответствии с выбранным вариантом.

Подписать отчет и сдать преподавателю.

4. Таблица 5.1. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «РАСЧЕТ НАГРУЗОК, СОЗДАВАЕМЫХ УДАРНОЙ ВОЛНОЙ».

Вариант	Источник раз- рушения	Начальное давление, МПа, или тротиловый эквивалент, Мт	Объем емкости, м ³	Объект воздействия	Расстояние от центра взрыва, м	Высота и ширина объекта, м	Площадь поперечного сечения объекта, м ²	Масса объекта, кг	Коэффициент трения	Коэффициент аэро- динамического со- противления
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1.	Емкость со сжа- тым газом	0,5	100	Многоэтажное кирпичное здание	100	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	50	2x0,5	0,4	20	0,3	0,85
2.	Наземный ядер- ный взрыв	1	-	Приборная стойка	105	1,4x0,5	0,28	100	0,5	0,85
				Двухэтажное кир- пичное здание с остеклением	-	-	-	-	-	-
3.	Емкость со сжа- тым газом	10	0,05	Складское кирпич- ное здание	10	-	-	-	-	-
				Антенна спутнико- вого телевидения	15	1,5x1,5	1,8	10	0,16	1,6
4.	Воздушный ядерный взрыв	2	-	Многоэтажное кир- пичное здание с остеклением	4000	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	4010	2x0,5	0,4	20	0,4	0,85
5.	Емкость со сжа- тым газом	5	5	Двухэтажное кир- пичное здание с остеклением	10	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	10	1,5x0,3	0,3	30	0,3	0,85
6.	Воздушный ядерный взрыв	0,01	-	Многоэтажное кир- пичное здание с остеклением	4000	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	400	0,5 X 0,3	0,01	5	0,4	0,85
7.	Воздушный ядерный взрыв	0,01	-	Промышленное здание с металли- ческим и железобе- тонным каркасом	2000	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	2000	0,5x0,4	0,1	30	0,3	0,85

8.	5.1.	Емкость со сжатым газом	0,05	100	Кирпичная стена многоэтажного дома с остеклением	10	-	-	-	-	-
					Приборная стойка	15	0,9x0,4	0,18	20	0,5	0,9
9.		Наземный ядерный взрыв	1	-	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением	3000	-	-	-	-	-
					Приборная стойка	3000	1,4x0,5	0,4	20	0,4	0,9
10.		Емкость со сжатым газом	1	0,5	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением	20	-	-	-	-	-
					Приборная стойка	20	0,9x0,6	0,18	30	0,3	0,85
11.		Воздушный ядерный взрыв	0,5	-	Кирпичная стена многоэтажного дома с остеклением	4000	-	-	-	-	-
					Приборная стойка	4015	0,9x0,4	0,18	20	0,5	0,9
12.		Наземный ядерный взрыв	1	-	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением	1000	-	-	-	-	-
					Приборная стойка	1000	0,9x0,6	0,18	30	0,5	0,85
13.		Взрыв газозадушной смеси	10 кг горючего вещества	100	Промышленное здание с металлическим и железобетонным каркасом	2	-	-	-	-	-
					Приборная стойка	2	0,9x0,3	0,18	20	0,5	0,85
14.		Воздушный ядерный взрыв	0,1	-	Промышленное здание с металлическим и железобетонным каркасом	10000	-	-	-	-	-
					Приборная стойка	10000	0,9x0,3	0,18	20	-	0,5
15.		Емкость со сжатым газом	20	0,8	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением	10	-	-	-	-	-
					Антенное устройство	10	0,5x0,4	0,1	30	0,9	0,4

16.	Наземный ядерный взрыв	0,01	-	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением Антенное устройство	2000	-	-	-	-	-
					2000	0,5x0,4	0,1	10	0,9	0,4
17.	Емкость со сжатым газом	1	1	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	15	-	-	-	-	-
					18	0,9x0,4	0,18	30	0,6	0,4
18.	Емкость со сжатым газом	1	10	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением Антенное устройство	10	-	-	-	-	-
					10	0,5x0,3	0,1	10	0,85	0,4
19.	Воздушный ядерный взрыв	0,01	-	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	5000	-	-	-	-	-
					5000	0,9x0,4	0,18	30	0,6	0,4
20.	Емкость со сжатым газом	1	5	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением Антенное устройство	8	-	-	-	-	-
					8	1,6x0,4	0,3	30	1,2	0,5
21.	Наземный ядерный взрыв	0,01	-	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	4000	-	-	-	-	-
					4000	0,5x0,3	0,1	50	0,4	0,85
22.	Наземный ядерный взрыв	0,1	-	Промышленное здание с металл. и ж/б каркасом Приборная стойка	2000	-	-	-	-	-
					2000	0,5x0,3	0,1	10	0,85	0,4
23.	Взрыв газовой-душной смеси	50 кг горючего вещества	500	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	5	-	-	-	-	-
					5	1,4x0,2	0,2	100	0,85	0,4
24.	Наземный ядерный взрыв	0,5	-	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	5000	-	-	-	-	-
					5000	1,4x0,2	0,2	100	0,85	0,4

25.	Взрыв газовоздушной смеси	10 кг горючего вещества	100	Промышленное здание с металл. и железобет. каркасом Приборная стойка	2	-	-	-	-	-
					2	0,9х0,3	0,18	20	0,85	0,5
26.	Взрыв газовоздушной смеси	10 кг горючего вещества	100	Промышленное здание с металлическим и железобетонным каркасом Приборная стойка	2	-	-	-	-	-
					2	0,5х0,4	0,1	10	0,85	0,3
27.	Взрыв газовоздушной смеси	50 кг горючего вещества	100	Кирпичная стена многоэтажного дома с остеклением Приборная стойка	2	-	-	-	-	-
					2	,9х0,4	0,18	30	0,9	0,5
28.	Емкость со сжатым газом	0,4	80	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	100	-	-	-	-	-
					100	1,6х0,6	0,32	100	0,5	0,4
29.	Наземный ядерный взрыв	1	-	Двухэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	3000	-	-	-	-	-
					3000	2х0,03	0,08	20	-	0,85
30.	Емкость со сжатым газом	10	0,05	Складское кирпичное здание Антенна спутникового телевидения	10	-	-	-	-	-
					15	1,6х1,6	0,32	10	0,16	1,4

5. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «РАСЧЕТ НАГРУЗОК, СОЗДАВАЕМОЙ УДАРНОЙ ВОЛНОЙ»

5.1. ВАРИАНТ 1

1. Исходные данные:

Источник взрыва	Начальное давление P , МПа или тротильный эквивалент q , Мг	Объем емкости V , м ³ или объем помещения, $V_{\text{п}}$, м ³	Объект воздействия	Расстояние от центра взрыва R , м	Высота и ширина объекта $a \times b$, м	Площадь поперечного сечения объекта, м ²	Вес объекта G , Н	Коэффициент трения, f	Коэффициент аэродинамического сопротивления, C_x
Емкость	1	0,5	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением	20	-	-	-	-	-
			Приборная стойка	20	0,9 × 0,6	0,18	300	0,3	0,85

2. Цель работы: провести оценку степени разрушения данных объектов для проведения восстановительных работ.

3. Ход работы:

1. Взрыв емкости со сжатым газом.

Тротильный эквивалент определяется по формуле (5.1.)

$$q = \frac{A}{3,8},$$

Работа газа при адиабатном расширении определяется по формуле (5.2.):

$$A = \frac{P_1 \cdot V}{m-1} \cdot \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{m-1}{m}} \right],$$

где A – работа взрыва, МДж; P_1 – начальное давление в сосуде, Мпа; P_2 – конечное давление, Мпа, ($P_2 = 0,1 \cdot p_1$); V – начальный объем газа, м³; m – показатель адиабаты ($m = 1,4$).

В нашем случае формулы (5.1.) и (5.2.) примут вид:

$$A = \frac{1 \cdot 0,5}{1,4-1} \cdot \left[1 - \left(\frac{0,1}{1} \right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} \right] = 0,6 \text{ МДж}$$

$$q = \frac{0,6}{3,8} = 0,16 \text{ кг}$$

Безопасное расстояние, m , от места взрыва для человека определяем по формуле (5.3.):

$$R_{\min} = 16 \cdot q^{1/3}$$

$$R_{\min} = 16 \cdot 0,16^{1/3} = 8,74$$

Безопасное расстояние, m , от места взрыва для жилой застройки определяем по формуле (5.4.):

$$R_{\min} = 5 \cdot q^{1/2}$$

$$R_{\min} = 5 \cdot 0,16^{1/2} = 2$$

2. Избыточное давление при взрыве емкости определяется по формуле (5.6.):

$$\Delta p_{\phi} = 105 \frac{\sqrt[3]{0,5q}}{R} + 410 \frac{\sqrt[3]{(0,5q)^2}}{R^2} + 1370 \frac{0,5q}{R^3},$$

где Δp_{ϕ} – избыточное давление, кПа; q – тротильный эквивалент, кг; R – расстояние от центра взрыва, м.

В нашем случае формула (5.6.) примет вид:

$$\Delta p_{\phi} = 105 \cdot \frac{\sqrt[3]{0.5 \cdot 0.16}}{20} + 410 \cdot \frac{\sqrt[3]{(0.5 \cdot 0.16)^2}}{20^2} + 1370 \cdot \frac{0.5 \cdot 0.16}{20^3} = 2.48 \text{ кПа}$$

3. Определяем степень разрушения объекта воздействия.

Степень разрушения объекта воздействия (здания, сооружения и т.д.) оценивается по критерию оценки физической устойчивости (сильное, среднее, слабое), а объекты воздействия (оборудование, установки и т.д.) - по критерию опрокидывания и смещения:

Наименование объекта воздействия	Избыточное давление, кПа		
	сильное	среднее	слабое
Кирпичное многоэтажное здание с остеклением	20 - 30	10 - 20	8 - 10
Приборные стойки	50 - 70	30 - 50	10 - 30

Исходя из данных, можно сделать вывод, что степень разрушения объекта воздействия соответствует «слабому разрушению», это означает, что при воздействии данной ударной волны элементы производственного комплекса получают повреждения, при которых они могут быть восстановлены в короткие сроки.

Степень опрокидывания или смещения приборной стойки.

Скоростной напор взрыва, *кПа*, определим с помощью формулы (5.7.):

$$P_{ск} = 2,5 \cdot \Delta p_{\phi}^2 / (\Delta p_{\phi} + 7p_0),$$

где $P_{ск}$ - скоростной напор взрыва, *кПа*; Δp_{ϕ} - избыточное давление во фронте ударной волны наземного взрыва, *кПа*; P_0 - начальное атмосферное давление, *101 кПа*

В нашем случае формула примет вид:

$$P_{ск} = (2,5 \cdot 2,48^2) / (2,48 + 7 \cdot 101) = 0,02 \text{ кПа}$$

Допустимый скоростной напор взрыва при опрокидывании приборной стойки определяется из соотношения (5.8.):

$$P_{ск}^{опр} \geq \frac{a}{6} \frac{G}{C_x S},$$

где a - высота объекта, *м*; b - ширина объекта, *м*; G - вес объекта, *Н*; C_x - коэффициент сопротивления; S - площадь поперечного сечения, *м²*.

В нашем случае отношение будет иметь вид:

$$P_{ск}^{опр} \geq \frac{0.9 \cdot 300}{0.6 \cdot 0.85 \cdot 0.18}$$

$$P_{ск}^{опр} \geq 2941,18 \text{ Па}$$

Так как $0.02 \text{ кПа} < 2.941 \text{ кПа}$, т.е. $P_{ск}^{опр} \geq P_{ск}$, то можно сделать вывод, что в данном случае не произойдет опрокидывание приборной стойки.

Допустимый скоростной напор взрыва при смещении приборной стойки определяется из соотношения:

$$P_{ск}^{см} \geq \frac{fG}{C_x S},$$

где f - коэффициент трения; G - вес объекта, *Н*; C_x - коэффициент сопротивления; S - площадь поперечного сечения, *м²*.

В нашем случае соотношение примет вид:

$$P_{ск}^{см} \geq \frac{0.3 \cdot 300}{0.85 \cdot 0.18}$$

$$P_{ск}^{см} \geq 588 \text{ Па}$$

Так как $0,02 \text{ кПа} < 0,588 \text{ кПа}$, т.е. $p_{\text{сж}}^{cm} \geq p_{\text{сж}}$, то можно сделать вывод, что в данном случае так же не произойдет смещение приборной стойки.

Вывод: степень разрушения объекта воздействия соответствует «слабому разрушению», это означает, что при воздействии данной ударной волны элементы производственного комплекса получают повреждения, при которых они могут быть восстановлены в короткие сроки. В данном случае не произойдет опрокидывание и смещение приборной стойки.

5.2. ВАРИАНТ 2

1. Исходные данные:

Источник взрыва	Начальное давление P , МПа или тротильный эквивалент q , Мг	Объем емкости V , м ³ или объем помещения, $V_{\text{п.м}}$, м ³	Объект воздействия	Расстояние от центра взрыва R , м	Высота и ширина объекта $a \times b$, м	Площадь поперечного сечения объекта, м ²	Вес объекта G , Н	Коэффициент трения, f	Коэффициент аэродинамического сопротивления, C_x
Воздушный ядерный взрыв	2	-	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением	4000	-	-	-	-	-
	-	-	Приборная стойка	4000	$2 \times 0,5$	0,4	200	0,4	0,85

2. Цель работы: провести оценку степени разрушения данных объектов для проведения восстановительных работ.

3. Ход работы:

1. Избыточное давление во фронте ударной волны воздушного ядерного взрыва определяем по формуле (5.6.):

$$\Delta p_{\phi} = 105 \frac{\sqrt[3]{0,5q}}{R} + 410 \frac{\sqrt[3]{(0,5q)^2}}{R^2} + 1370 \frac{0,5q}{R^3},$$

где Δp_{ϕ} - избыточное давление, кПа; q - тротильный эквивалент, кг; R - расстояние от центра взрыва, м;

В нашем случае формула примет вид:

$$\Delta p_{\phi} = 105 \frac{\sqrt[3]{0,5 * 2 * 10^9}}{4000} + 410 \frac{\sqrt[3]{(0,5 * 2 * 10^9)^2}}{4000^2} + 1370 \frac{0,5 * 2 * 10^9}{4000^3}$$

$$\Delta p_{\phi} = 24,49 + 22,32 + 21,40 = 68,23 \text{ кПа}$$

2. Определяем степень разрушения объекта воздействия.

Степень разрушения объекта воздействия (здания, сооружения и т.д. оценивается по критерию оценки физической устойчивости (сильное, среднее, слабое), а объекты воздействия (оборудование, установки и т.д.) по критерию опрокидывания и смещения:

Наименование объекта воздействия	Избыточное давление, кПа		
	сильное	среднее	слабое
Кирпичное многоэтажное здание с остеклением	20 - 30	10 - 20	8 - 10
Приборные стойки	50 - 70	30 - 50	10 - 30

Исходя из данных, можно сделать вывод, что степень разрушения объекта воздействия соответствует «сильному разрушению», это означает, что при воздействии данной ударной волны элементы производственного комплекса разрушаются полностью.

2.1. Степень опрокидывания или смещения приборной стойки.

Скоростной напор взрыва определяем по формуле (5.7.):

$$P_{ск} = 2,5 \cdot \Delta p_{\phi}^2 / (\Delta p_{\phi} + 7p_0),$$

где $P_{ск}$ - скоростной напор взрыва, $кПа$; ΔP_{ϕ} - избыточное давление во фронте ударной волны наземного взрыва, $кПа$; P_0 - начальное атмосферное давление, $кПа$.

В нашем случае формула примет вид:

$$P_{ск} = \frac{2,5 \cdot 68,23^2}{68,23 + 7 \cdot 101} = 15,01 \text{ кПа}$$

Допустимый скоростной напор взрыва при опрокидывании приборной стойки определяется из соотношения (5.8.):

$$P_{ск}^{опр} \geq \frac{a}{b} \cdot \frac{G}{C_x S},$$

где a - высота объекта, $м$; b - ширина объекта, $м$; G - вес объекта, $Н$; C_x - коэффициент сопротивления; S - площадь поперечного сечения, $м^2$.

В нашем случае отношение будет иметь вид:

$$P_{ск}^{опр} \geq \frac{2}{0,5} \cdot \frac{200}{0,85 \cdot 0,4}$$

$$P_{ск}^{опр} \geq 2352,94 \text{ Па}$$

Так как $15,01 \text{ кПа} > 2,352 \text{ кПа}$, т.е. $P_{ск} > P_{ск}^{опр}$, то можно сделать вывод, что в данном случае произойдет опрокидывание приборной стойки.

Допустимый скоростной напор взрыва при смещении приборной стойки определяется из соотношения (5.9.):

$$P_{ск}^{см} \geq \frac{fG}{C_x S},$$

где f - коэффициент трения; G - вес объекта, $Н$; C_x - коэффициент сопротивления; S - площадь поперечного сечения, $м^2$.

В нашем случае соотношение примет вид:

$$P_{ск}^{см} \geq \frac{0,4 \cdot 200}{0,85 \cdot 0,4}$$

$$P_{ск}^{см} \geq 235,29 \text{ Па}$$

Так как $15,01 \text{ кПа} > 0,235 \text{ кПа}$ ($P_{ск} > P_{ск}^{см}$), то можно сделать вывод, что в данном случае так же произойдет смещение приборной стойки.

Вывод: степень разрушения объекта воздействия соответствует «сильному разрушению», это означает, что при воздействии данной ударной волны элементы производственного комплекса разрушаются полностью. В данном случае произойдет опрокидывание приборной стойки и ее смещение.

5.3. ВАРИАНТ 3

1. Исходные данные:

Источник взрыва	Начальное давление P , МПа или тротиловый эквивалент q , Мт	Объем емкости V , м ³ или объем помещения, $V_{п}$, м ³	Объект воздействия	Расстояние от центра взрыва R , м	Высота и ширина объекта $a \times b$, м	Площадь поперечного сечения объекта, м ²	Вес объекта G , Н	Коэффициент трения, f	Коэффициент аэродинамического сопротивления, C_x
Взрыв газовой смеси (утечка газа)	50 кг	100	Кирпичная стена многоэтажного дома с остеклением	2	-	-	-	-	-
	-	-	Приборная стойка	2	$0,9 \times 0,4$	0,18	300	0,9	0,5

2. Цель работы: провести оценку степени разрушения данных объектов для проведения восстановительных работ.

3. Ход работы:

1. Избыточное давление при взрыве газовой смеси определяется по формуле (5.5.):

$$\Delta P_{\phi} = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot z}{V_{п} \cdot c \cdot \rho \cdot T_0 \cdot R_n},$$

где ΔP_{ϕ} – избыточное давление, кПа; m – масса горючего газа, кг; H_T – теплота сгорания, кДж/кг ($H_T=40 \cdot 10^3$); P_0 – начальное давление, кПа ($P_0=101$); z – коэф. участия воздушной смеси, ($z=0,5$); $V_{п}$ – объем помещения, м³; c – теплоемкость воздуха, кДж/кг ($c=1,01$); ρ – плотность воздуха, кг/м³ ($\rho=1,29$); T_0 – температура в помещении, К ($T_0=300$); R_n – коэф. негерметичности помещения, ($R_n=3$).

В нашем случае формула примет вид:

$$\Delta P_{\phi} = \frac{50 \cdot 40 \cdot 10^3 \cdot 101 \cdot 0,5}{100 \cdot 1,01 \cdot 1,29 \cdot 300 \cdot 3} = 861,33 \text{ кПа}$$

2. Определяем степень разрушения объекта воздействия.

Степень разрушения объекта воздействия (здания, сооружения и т.д. оценивается по критерию оценки физической устойчивости (сильное, среднее, слабое), а объекты воздействия (оборудование, установки и т.д.) по критерию опрокидывания и смещения:

Наименование объекта воздействия	Избыточное давление, кПа		
	сильное	среднее	слабое
Кирпичное многоэтажное здание с остеклением	20 - 30	10 - 20	8 - 10
Приборные стойки	50 - 70	30 - 50	10 - 30

Исходя из данных, можно сделать вывод, что степень разрушения объекта воздействия соответствует «сильному разрушению», это означает, что при воздействии данной ударной волны элементы производственного комплекса разрушаются полностью.

2.2. Степень опрокидывания или смещения приборной стойки.

Скоростной напор взрыва определяем по формуле (5.7.):

$$P_{ск} = 2,5 \cdot \Delta P_{\phi}^2 / (\Delta P_{\phi} + 7P_0),$$

где $P_{ск}$ – скоростной напор взрыва, кПа; ΔP_{ϕ} – избыточное давление во фронте ударной волны наземного взрыва, кПа; P_0 – начальное атмосферное давление, кПа.

В нашем случае формула примет вид:

$$P_{ск} = \frac{2,5 \cdot 861^2}{861 + 7 \cdot 101} = 1182,61 \text{ кПа}$$

Допустимый скоростной напор взрыва при опрокидывании приборной стойки определяется из соотношения (5.8.):

$$P_{ск}^{опр} \geq \frac{a}{b} \frac{G}{C_x S},$$

где a - высота объекта, м; b - ширина объекта, м; G - вес объекта, Н; C_x - коэффициент сопротивления; S - площадь поперечного сечения, м².

В нашем случае отношение будет иметь вид:

$$P_{ск}^{опр} \geq \frac{0.9 \cdot 300}{0.4 \cdot 0.5 \cdot 0.18}$$

$$P_{ск}^{опр} \geq 7500 \text{ Па}$$

Так как $1182,61 \text{ кПа} > 7.5 \text{ кПа}$ ($P_{ск}^{опр} \leq p_{ск}$), то можно сделать вывод, что в данном случае произошло опрокидывание приборной стойки.

Допустимый скоростной напор взрыва при смещении приборной стойки определяется из соотношения (5.9.):

$$P_{ск}^{см} \geq \frac{fG}{C_x S},$$

где f - коэффициент трения; G - вес объекта, Н; C_x - коэффициент сопротивления; S - площадь поперечного сечения, м².

В нашем случае соотношение примет вид:

$$P_{ск}^{см} \geq \frac{0.9 \cdot 300}{0.5 \cdot 0.18}$$

$$P_{ск}^{см} \geq 3000 \text{ Па}$$

Так как $1182,61 \text{ кПа} > 3 \text{ кПа}$ ($P_{ск}^{см} \leq p_{ск}$), то можно сделать вывод, что в данном случае так же произошло смещение приборной стойки.

Вывод: степень разрушения объекта воздействия соответствует «сильному разрушению», это означает, что при воздействии данной ударной волны элементы производственного комплекса разрушаются полностью. В данном случае произойдет опрокидывание приборной стойки и ее смещение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атаманюк В.Г., Ширшев Л.Г., Акимов Н.И. Гражданская оборона. – М.: Высшая школа, 1986. – 207 с.
2. Безопасность жизнедеятельности / С.В. Белов, В.А. Девисилов, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. Ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, НМЦ СПО, 2000. – 343 с.

VI. РАСЧЁТ ОБЩЕГО ОСВЕЩЕНИЯ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В настоящее время 90 % информации человек получает с помощью органов зрения. Сохранность зрения человека, состояние его центральной нервной системы, производительность, качество труда и безопасность в производственных условиях в значительной мере зависят от условий освещения. Нерациональное освещение на рабочем месте в цехе, в лаборатории, помещении ВЦ, офисе, дома при чтении приводит к повышенной утомляемости, снижению работоспособности, перенапряжению органов зрения и снижению его остроты.

По конструктивному исполнению искусственное освещение может быть двух систем: *общее* – осуществляемое расположением светильников на потолке помещения; *комбинированное* – совокупность общего освещения и местных светильников, расположенных непосредственно на рабочих местах. Применение одного местного освещения внутри зданий не допускается.

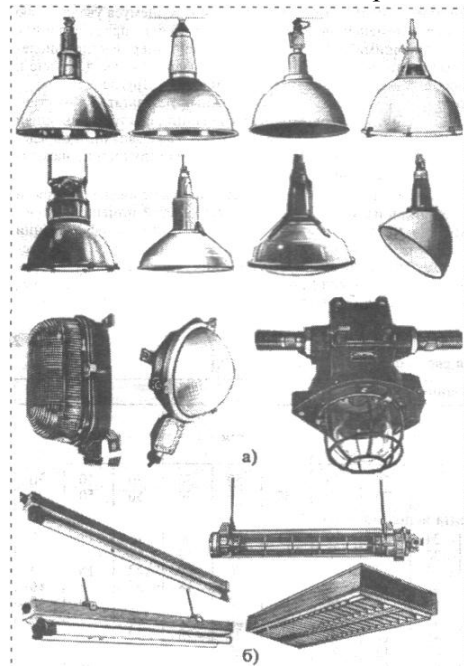
В качестве источников света в настоящее время применяются электрические лампы накаливания и газоразрядные лампы.

Лампы накаливания (рис. 2) относятся к источникам света теплового излучения. Они удобны в эксплуатации, легко монтируются, дешевы, работают в широком диапазоне температур окружающей среды, но обладают низкой световой отдачей $10-20 \text{ лм/Вт}$ (при идеальных условиях 1 Вт соответствует 683 лм), сравнительно небольшим сроком службы до 2500 ч ; их спектральный состав сильно отличается от естественного света, нарушается правильная светопередача.

Газоразрядные лампы (рис. 2) – это приборы, в которых излучение света возникает в результате электрического разряда в атмосфере паров металлов (ртуть, натрий), галогенов (йод, фтор) и инертных газов, а также явления люминесценции. Наиболее широкое применение для целей освещения помещений и открытых площадок получили люминесцентные; ксеноновые лампы в форме светящихся трубок, а также лампы ДРЛ (дуговые, ртутные, люминесцентные) и натриевые, по форме напоминающие вытянутые лампы накаливания.

Основные преимущества газоразрядных ламп: высокая световая отдача (ДРЛ – до 65 лм/Вт , люминесцентные – до 90 лм/Вт , ксеноновые и натриевые – до $110 - 200 \text{ лм/Вт}$); большой срок службы $5000 - 20\,000 \text{ ч}$, близкий к естественному, солнечному спектру вид излучения. К недостаткам газоразрядных ламп следует отнести наличие вредных для биосферы и человека паров ртути и натрия при их разгерметизации, радиопомехи; сложную и дорогостоящую пускорегулирующую аппаратуру, включающую в некоторых случаях стартер, дроссели, конденсаторы; длительный период выхода отдельных типов ламп на номинальный режим (для ламп ДРЛ 3 – 5 минут), невозможность быстрого вторичного включения лампы при кратковременном отключении питающего напряжения.

Основным существенным недостатком всех газоразрядных ламп является пульсация светового потока, т.е. непостоянство во времени, излучение света, вызванное переменным током в питающей сети и малой инерционностью процессов, сопровождающих работу этих ламп.



Электропромышленность изготавливает ЛЛ, отличающиеся цветностью излучения светового потока: белого света (ЛБ), холодно-белого света (ЛХБ), тепло-белого света (ЛТБ), дневного света (ЛД). Для высококачественной цветопередачи выпускают лампы с маркировкой Ц: ЛДЦ, ЛТБЦ, ЛХБЦ или ЛЕЦ. Их применяют тогда, когда при искусственном освещении требуется точное различение цветов и оттенков.

Для зажигания ЛЛ и нормальной работы требуется стартер (зажигатель), дроссель, конденсаторы:

- стартер служит для автоматического включения и выключения предварительного накала электродов и представляет собой тепловое реле;

- дроссель облегчает зажигание лампы, ограничивает ток и обеспечивает ее устойчивую работу.

- для повышения коэффициента мощности в схеме ЛЛ предусматривается конденсатор.

Рис. 2. Некоторые типы светильников: а — лампы накаливания; б — люминесцентные лампы

Для оценки искусственного освещения в соответствии с действующими строительными нормами и правилами (СНиП) предусмотрены светотехнические параметры количественного и качественного характера.

К количественным параметрам относится освещенность E в люксах (лк) на рабочем месте, которая легко рассчитывается или измеряется с помощью люксметра.

К качественным параметрам относится коэффициент пульсации $KП$ в %, измеряемый с помощью прибора пульсометра. Эти параметры для действующих осветительных установок должны соответствовать значениям, указанным в нормах.

Принято раздельное нормирование параметров освещения в зависимости от применяемых источников света и системы освещения. Величина параметров устанавливается согласно характеру зрительной работы, который зависит от размеров объектов различения, характеристики фона и контраста объекта с фоном.

Объект различения в мм – размер наименьшего элемента, который необходимо увидеть в процессе работы (точка на экране ПЭВМ, самая тонкая линия на чертеже или приборной шкале и т.п.).

Фон – поверхность, на которой рассматривается объект различения, характеризуется коэффициентом отражения ρ . При ρ менее 0,2 фон считается темным, от 0,2 до 0,4 – средним и более 0,4 – светлым.

Контраст объекта с фоном – характеризует соотношение яркости рассматриваемого объекта и фона. При слабом различении объекта на фоне контраст считается малым, объект замечен на фоне – средним; четко различается на фоне – большим.

При выборе нормируемой освещенности размер объекта различения регламентирует выбор зрительного разряда от 1 до 7 в таблице норм (в данной лабораторной работе применяем разряды от 1 до 3), которая содержит минимально допустимые значения освещенности на рабочих местах при использовании газоразрядных ламп.

При проектировании осветительных установок стремятся обеспечить требования норм при минимальных затратах электроэнергии с сохранением равномерного распределения яркостей в поле зрения, исключающих слепящее действие самих ламп. Для этого применяют светильники с рассеивающими экранами, матовыми стеклами, что приводит к частичной потере световой энергии (на 10 – 15%).

По конструкции различают светильники прямого света, концентрирующие световой поток в нижнюю полусферу с помощью белого или зеркального отражателя; рассеянного света (при равномерном распределении света в пространстве) и отраженного света (световой поток направлен в верхнюю полусферу).

Светлая окраска потолка, стен, мебели, оборудования способствует увеличению освещенности на рабочих местах за счет лучшего отражения и созданию более равномерного распределения яркостей в поле зрения.

Рациональное освещение должно быть спроектировано в соответствии с нормами, приведенными в СНиП 23-05-95 [26], а также рекомендациями, изложенными в литературе.

Задачей светотехнического расчета является определение светотехнических параметров осветительной установки, необходимых для обеспечения нормируемых характеристик освещения. Обеспечение нормируемой освещенности осуществляется путем выбора количества источников света (кол-во светильников), необходимых для создания требуемого уровня освещенности.

Существуют три метода расчета освещенности: метод коэффициента использования, метод расчета по удельной мощности и точечный метод.

Метод коэффициента использования K_u применяют при равномерном размещении светильников по потолку при большой плотности технологического оборудования и равномерном его расположении по площади цеха;

Точечный метод следует использовать при системе освещения при малой плотности технологического оборудования, при наличии высокого технологического оборудования или его концентрации в центре помещения. Этот метод позволяет определить освещенность в выбранных точках помещения.

Метод расчета по удельной мощности применим для приблизительной оценки правильности произведенного светотехнического расчета.

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА

Учитывая заданные по варианту характеристики зрительной работы (наименьший размер объекта различения, характеристика фона и контраст объекта различения с фоном), с помощью табл. 6.1. определяют разряд и подразряд зрительной работы, а также нормируемый уровень минимальности освещённости на рабочем месте.

Таблица 6.1. Нормы проектирования искусственного освещения

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Освещенность	
						Комбинированное освещение	Общее освещение
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	А	Малый	Темный	5000	1500
			Б	« средний	Средний Темный	4000	1250
			В	малый средний большой	Светлый средний Темный	2500	750
			Г	средний большой «	Светлый « средний	1500	400
Очень высокой точности	0,15 – 0,3	II	А	Малый	Темный	4000	1250
			Б	« средний	Средний Темный	3000	750
			В	малый средний большой	Светлый средний Темный	2000	500
			Г	средний большой «	Светлый « средний	1000	300
Высокой точности	0,3 – 0,5	III	А	Малый	Темный	2000	500
			Б	« средний	Средний Темный	1000	300
			В	малый средний большой	Светлый средний Темный	750	300
			Г	средний большой «	Светлый « средний	400	200

Распределяют светильники и определяют их число.

Равномерное освещение горизонтальной рабочей поверхности достигается при определённых отношениях расстояния между центрами светильников L , м ($L = 1,75 \cdot H$) к высоте их подвеса над рабочей поверхностью H_p , м.

Число светильников с люминесцентными лампами (ЛЛ), которые приняты во всех вариантах в качестве источника света,

$$N = S / LM, \quad (6.1.)$$

где S – площадь помещения, $м^2$; M – расстояние между параллельными рядами, м.

В соответствии с рекомендациями

$$M \geq 0,6 H_p \quad (6.2.)$$

Оптимальное значение $M = 2 \dots 3$ м.

Для достижения равномерной горизонтальной освещённости светильники с ЛЛ рекомендуются располагать сплошными рядами, параллельными стенам с окнами или длинным сторонам помещения.

Для расчёта общего равномерного освещения горизонтальной рабочей поверхности используют метод светового потока, учитывающий световой поток, отражённый от потолка и стен.

Расчётный световой поток, лм, группы светильников с ЛЛ.

$$\Phi_{л. расч.} = E_n \cdot S \cdot Z \cdot K / N \cdot \eta, \quad (6.3.)$$

где E_n – нормированная минимальная освещённость, лк; Z – коэффициент минимальной освещённости; $Z = E_{ср} / E_{мин}$, для ЛЛ $Z = 1,1$; K – коэффициент запаса; η – коэффициент использования светового потока ламп.

Показатель помещения

$$i = A \cdot B / H_p \cdot (A + B), \quad (6.4.)$$

где A и B – длина и ширина помещения, м.

Значения коэффициента запаса зависят от характеристики помещения: для помещений с большим выделением тепла $K = 2$, со средним $K = 1,8$, с малым $K = 1,5$.

Значения коэффициента использования светового потока приведены в табл. 6.2.

Таблица 6.2. Значения коэффициента использования светового потока

Показатель помещения	1	2	3	4	5
Коэффициент использования светового потока η	0,28...0,46	0,34...0,57	0,37...0,62	0,39...0,65	0,40...0,66

По полученному значению светового потока с помощью табл. 6.3. подбирают лампы, учитывая, что в светильнике с ЛЛ может быть больше одной лампы, т. е. n может быть равно 2 или 4. В этом случае световой поток группы ЛЛ необходимо уменьшить в 2 или 4 раза.

Таблица 6.3. Характеристика люминесцентных ламп

Тип лампы	Мощность, Вт	Номинальный световой поток, лм
ЛБ 20	20	1200
ЛХБ 20	20	935
ЛТБ 20	20	975
ЛД 20	20	920
ЛДЦ 20	20	820
ЛЕЦ 20	20	865
ЛБ 30	30	2100
ЛХБ 30	30	1720
ЛТБ 30	30	1720
ЛД 30	30	1640
ЛДЦ 30	30	1450
ЛЕЦ 30	30	1400

ЛБ 40	40	3200
ЛБ 36	36	3050
ЛХБ 40	40	2600
ЛТБ 40	40	2580
ЛД 40	40	2340
ЛДЦ 40	40	2200
ЛДЦ 36	36	2200
ЛЕЦ 40	40	2190
ЛЕЦ 36	36	2150
ЛБ 65	65	4800
ЛХБ 65	65	3820
ЛТБ 65	65	3980
ЛД 65	65	3570
ЛДЦ 65	65	3050
ЛЕЦ 65	65	3400
ЛБ 80	80	5220
ЛХБ 80	80	440
ЛТБ 80	80	4440
ЛД 80	80	4070
ЛДЦ 80	80	3560

Световой поток выбранной лампы должен соответствовать соотношению

$$\Phi_{\text{л.расч.}} = (0,9 \dots 1,2) \cdot \Phi_{\text{л.табл.}}, \quad (6.5.)$$

где $\Phi_{\text{л.расч.}}$ – расчётный световой поток, лм.; $\Phi_{\text{л.табл.}}$ – световой поток, определённый по табл. 6.3., лм.

Потребляемая мощность, Вт, осветительной установки

$$P = p \cdot N \cdot n, \quad (6.6.)$$

где p – мощность лампы, Вт; N – число светильников, шт; n – число ламп в светильнике, для ЛЛ $n = 2, 4$.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.

3.1. Ознакомиться с методикой расчёта.

3.2. Определить разряд и подразряд зрительной работы, нормы освещённости на рабочем месте, используя данные варианта (табл. 6.4.) и нормы освещённости.

3.3. Рассчитать число светильников.

3.4. Распределить светильники общего освещения с ЛЛ по площади производственного помещения.

3.5. Определить световой поток группы ламп в системе общего освещения, используя данные варианта и формулу (6.3.).

3.6. Подобрать лампу по данным табл. 6.3. и проверить выполнение условия соответствия

$\Phi_{\text{л.расч.}}$ и $\Phi_{\text{л.табл.}}$.

3.7. Определить мощность, потребляемую осветительной установкой.

3.8. Подписать отчёт и сдать преподавателю.

4. Таблица 6.4. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ “РАСЧЁТ ОБЩЕГО ОСВЕЩЕНИЯ”

Вариант	Производственное помеще- ние	Габаритные размеры помещения, м: Длина А (3) Ширина В (4) Высота Н (5)			Наименьший объект разли- чения	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Характеристика помещения по условиям среды
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
01	Вычислительный центр, машинный зал	60	30	5	0,4	малый	светлый	Небольшая запы- лённость
02	Вычислительный центр, машинный зал	40	20	5	0,45	средний	средний	Небольшая запы- лённость
03	Дисплейный зал	35	20	5	0,35	малый	средний	Небольшая запы- лённость
04	Дисплейный зал	20	15	5	0,32	большой	тёмный	Небольшая запы- лённость
05	Архив хранения носителей информации	25	10	5	0,5	средний	светлый	Небольшая запы- лённость
06	Лаборатория технического обслуживания ЭВМ	25	12	5	0,31	средний	средний	Небольшая запы- лённость
07	Аналитическая лаборатория	20	10	5	0,48	средний	средний	Небольшая запы- лённость
08	Оптическое производство; участок подготовки шихты	36	12	5	0,49	большой	средний	Большая запы- лённость
09	Участок варки стекла	60	24	8	0,5	средний	светлый	Небольшая запы- лённость
10	Механизированный участок получения заготовок	46	24	8	0,5	средний	светлый	Небольшая запы- лённость
11	Участок шлифовальных станков	40	18	6	0,4	большой	светлый	Небольшая запы- лённость, высо- кая влажность
12	Участок полировальных станков	50	24	6	0,38	средний	светлый	Небольшая запы- лённость, высо- кая влажность
13	Механический цех, металл- орежущие станки	90	24	6	0,28	средний	светлый	Небольшая запы- лённость
14	Прецизионные металлооб- рабатывающие станки	36	18	5	0,3	средний	светлый	Небольшая запы- лённость
15	Прецизионные металлооб- рабатывающие станки	54	12	5	0,35	большой	средний	Небольшая запы- лённость
16	Станки с ЧПУ	60	24	5	0,2	средний	светлый	Небольшая запы- лённость
17	Автоматические линии	80	36	5	0,34	большой	светлый	Небольшая запы- лённость
18	Инструментальный цех	60	18	5	0,18	средний	светлый	Небольшая запы- лённость

Продолжение табл. 6.4.

19	Инструментальный цех	76	24	6	0,23	большой	средний	Небольшая запылённость
20	Участок сборки	50	18	6	0,25	большой	светлый	Небольшая запылённость
21	Участок сборки	56	24	5	0,28	большой	светлый	Небольшая запылённость
22	Производство печатных плат, гальванический цех: ванны (травление, мойка, металлопокрытие)	65	18	8	0,45	большой	средний	Высокая влажность, небольшая запылённость
23	Автоматические линии металлопокрытий	60	24	8	0,48	средний	средний	Высокая влажность, небольшая запылённость
24	Участок контрольно-измерительных приборов	24	12	5	0,46	средний	светлый	Небольшая запылённость
25	Рабочие места ОТК с визуальным контролем качества изделий	30	12	5	0,2	большой	светлый	Небольшая запылённость
26	Участок сварки	40	12	7	0,4	средний	светлый	Средняя запылённость
27	Участок контроля сварных соединений	66	18	5	0,35	большой	средний	Небольшая запылённость
28	Участок импульсно-дуговой сварки	56	18	8	0,4	средний	светлый	Средняя запылённость
29	Участок автоматизированных установок	90	24	8	0,45	большой	средний	Средняя запылённость
30	Лаборатория для металлографических исследований	36	12	5	0,49	средний	средний	Небольшая запылённость

5. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «РАСЧЁТ ОБЩЕГО ОСВЕЩЕНИЯ»

1. Исходные данные:

Вариант	Производственное помещение	Габаритные размеры помещения, м: Длина А (3) Ширина В (4) Высота Н (5)			Наименьший объект различения, мм	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Характеристика помещения по условиям среды
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
№ -	Вычислительный центр, машинный зал	40	20	4	0,28	средний	светлый	Небольшая запылённость

2. Цель работы: рассчитать количество светильников и ламп в светильниках в заданном помещении, необходимых для создания определенной освещенности на рабочих местах, определить потребляемую мощность осветительной установки.

3. Ход работы:

1. Определяем разряд и подразряд зрительной работы, нормы освещённости на рабочем месте по табл. 6.1.:

Характеристика зрительной работы – очень высокой точности

Разряд - 2

Подразряд – 2

Комбинированное освещение – 1000 лк

Общее освещение – $E_n = 300$ лк

2. Рассчитываем число светильников N по формуле (6.1.):

$$N = S / (L \cdot M),$$

где S – площадь помещения, $a = 90$ м; $b = 24$ м.

$$S = a \cdot b = 40 \cdot 20 = 800 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Рассчитаем L – расстояние между центрами светильников:

$$L = 1,75 \cdot H,$$

$$L = 4 \cdot 1,75 = 7 \text{ (м)}.$$

Рассчитаем расстояние между параллельными рядами - M по формуле (6.2.):

$$M \geq 0,6 \cdot H_p, \text{ где } H_p = H$$

$$M \geq 0,6 \cdot 4 = 2,4 \text{ м. Принимаем } M = 3 \text{ м}$$

В данном случае:

$$N = 800 / (7 \cdot 3) = 38,09, \text{ т.е. принимаем } N = 40 \text{ (шт)}.$$

3. Расчётный световой поток определим по формуле (6.3.):

$$\Phi_{\text{л.расч}} = \frac{E_n \cdot SZK}{N \eta}$$

$$\text{где } Z = 1,1; K = 1,5; E_n = 300$$

Показатель помещения определим по формуле (6.4.):

$$i = \frac{AB}{H_p (A + B)}$$

$$i = (40 \cdot 20) / [4(40 + 20)]$$

$$i = 3,3$$

По таблице 6.2. принимаем коэффициент использования светового потока ламп $\eta = 0,4$.

Формула (6.3.) принимает вид:

$$\Phi_{\text{л.расч.}} = (300 \cdot 800 \cdot 1,1 \cdot 1,5) / (40 \cdot 0,4) = 24750 \text{ (лм)}$$

Для создания освещенности в 300 лк необходимо, чтобы световой поток одного светильника был равен 24750 лм. По табл. 6.3. выбираем лампу ЛБ-80 со световым потоком 5220 лм.

Для создания потока в 24 750 лм в одном светильнике должны быть 4 лампы ЛБ-80 (5220 лм).

Проверим правильность решения по соотношению (6.5.):

$$\Phi_{\text{л. расч.}} = (0,9 \dots 1,2) \cdot \Phi_{\text{л.табл.}},$$

где $\Phi_{\text{л.расч.}}$ – расчётный световой поток, лм.; $\Phi_{\text{л.табл.}}$ – световой поток, определённый по табл. 6.3., лм.

Преобразуем формулу (6.5.):

$$\Phi_{\text{л. расч.}} / \Phi_{\text{л.табл.}} = (0,9 \dots 1,2)$$

В данном случае:

$$\Phi_{\text{л. расч.}} / \Phi_{\text{л.табл.}} = 24751 / (5220 \cdot 4) = 1,18, \text{ что удовлетворяет условию.}$$

4. Потребляемая мощность, Вт, осветительной установки определим по формуле (6.6.):

$$P = p \cdot N \cdot n,$$

где p – мощность лампы, Вт; N – число светильников, шт; n – число ламп в светильнике.,

В данном случае:

$$P = 80 \cdot 40 \cdot 4 = 12800 \text{ Вт}$$

Вывод: для данного помещения вычислительного центра требуется 40 светильников, в каждом по 4 лампы. Тип и мощность лампы: ЛБ-80. Общая потребляемая мощность $P = 12\,800 \text{ Вт}$ (12,8 кВт).

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности/С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков и др. – 2-е изд., испр. И доп. – М.: Высшая школа, 1999. – 448 с.
2. Гетия И.Г, Леонтьева И.Н., Кулемина Е.Н. Проектирование вентиляции, кондиционирования воздуха, искусственного и естественного освещения в помещении ВЦ. – М.: МГАПИ, 1996.-32с.
3. СНиП 23-05-95. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение. – М.: Стройиздат, 1996.

VII. РАСЧЁТ КОНТУРНОГО ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ В ЦЕХАХ С ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000В

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Защитное заземляющее устройство, предназначенное для защиты людей от поражения электрическим током при переходе напряжения на металлические части электрооборудования, представляет собой специально выполненное соединение конструктивных металлических частей электрооборудования (вычислительная техника, приборостроительные комплексы, испытательные стенды, станки, аппараты, светильники, щиты управления, шкафы и пр.), нормально не находящихся под напряжением, с заземлителями, расположенными непосредственно в земле.

В качестве искусственных заземлителей используют стальные трубы длиной 1,5...4 м, диаметром 25...50 мм, которые забивают в землю, а также металлические стержни и полосы. Для достижения требуемого сопротивления заземлителя, как правило, используют несколько труб (стержней), забитых в землю и соединённых там металлической (стальной) полосой.

Контурным защитным заземлением называется система, состоящая из труб, забиваемых вокруг здания цеха, в котором расположены электроустановки.

Заземление электроустановок необходимо выполнять:

- при напряжении выше 380В переменного и 440В постоянного тока в помещениях без повышенной опасности, т. е. во всех случаях;
- при номинальном напряжении выше 42В переменного и 110В постоянного тока в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках;
- при любых напряжениях переменного и постоянного тока во взрывоопасных помещениях.

Ниже приведены классификация и характеристика помещений.

Помещения без повышенной опасности:

Помещения без повышенной опасности - помещения, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную опасность или особую опасность

Помещения с повышенной опасностью:

Помещения с повышенной опасностью - помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий:

- сырость (относительная влажность воздуха длительно превышает 75%);
- токопроводящая пыль;
- токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.д.);
- высокая температура (температура в помещении постоянно или периодически превышает 35⁰С);
- возможность одновременного прикосновения человека к соединённым с землёй металлоконструкциям зданий с одной стороны и к металлическим корпусам электрооборудования с другой.

Помещения особо опасные:

Помещения особо опасные - помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий:

- особая опасность – относительная влажность близка к 100% (потолок, стены, пол, предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой);
- химически активная или органическая среда (в помещении содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения и плесень);
- наличие одновременно двух и более условий для помещений повышенной опасности.

На электрических установках напряжением до 1000В одиночные заземлители соединяют стальной полосой толщиной не менее 4мм и сечением не менее 48мм². Для уменьшения экранирования рекомендуется одиночные заземлители располагать на расстоянии не менее 2,5...3 м один от другого.

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА.

Сопротивление растеканию тока, Ом, через одиночный заземлитель из труб диаметром 25...50мм.

$$R_{\text{тр}} = 0,9 \cdot (\rho / l_{\text{тр}}), \quad (7.1.)$$

где ρ - удельное сопротивление грунта, которые выбирают в зависимости от его типа, Ом·см (для песка оно равно 40 000...70 000, для супеси – 15 000...40 000, для суглинка - 4000...15 000, для глины – 800...7000, для чернозёма - 900...5300); l_{mp} – длина трубы, м.

Затем определяют ориентировочное число вертикальных заземлителей без учёта коэффициента экранирования

$$n = R_{тр} / r, \quad (7.2.)$$

где r - допустимое сопротивление заземляющего устройства, Ом.

В соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПЭУ) на электрических установках напряжением до 1000В допустимое сопротивление заземляющего устройства равно не более 4 Ом. Разместив вертикальные заземлители на плане и определив расстояние между ними, определяют коэффициент экранирования заземлителей по табл. 7.1.

Таблица 7.1. Коэффициенты экранирования заземлителей $\eta_{гр}$

Число труб (уголков)	Отношение расстояния между трубами (уголками) к их длине	$\eta_{гр}$	Отношение расстояния между трубами (уголками) к их длине	$\eta_{гр}$	Отношение расстояния между трубами (уголками) к их длине	$\eta_{гр}$
4	1	0,66...0,72	2	0,76...0,80	3	0,84...0,86
6	1	0,58...0,65	2	0,71...0,75	3	0,78...0,82
10	1	0,52...0,58	2	0,66...0,71	3	0,74...0,78
20	1	0,44...0,50	2	0,61...0,66	3	0,68...0,73
40	1	0,38...0,44	2	0,55...0,61	3	0,64...0,69
60	1	0,36...0,42	2	0,52...0,58	3	0,62...0,67

Число вертикальных заземлителей с учётом коэффициента экранирования

$$n_1 = n / \eta_{гр} \quad (7.3.)$$

Длина соединительной полосы, м,

$$l_n = n_1 \cdot a, \quad (7.4.)$$

где a – расстояние между заземлителями, м.

Если расчётная длина соединительной полосы получилась меньше периметра цеха (задаётся по варианту), то длину соединительной полосы необходимо принять равной периметру цеха плюс 12...16 м. После этого следует уточнить значение $\eta_{гр}$. Если $a / l_{mp} > 3$, принимают $\eta_{гр} = 1$.

Сопротивление растеканию электрического тока через соединительную полосу, Ом.

$$R_n = 2 \cdot l \cdot (\rho / l_n) \quad (7.5.)$$

Результирующее сопротивление растеканию тока всего заземляющего устройства, Ом.

$$R_z = R_{mp} \cdot R_n / (\eta_n \cdot R_{mp} + \eta_{гр} \cdot R_n \cdot n_1), \quad (7.6.)$$

где η_n – коэффициент экранирования соединительной полосы (табл. 7.2.)

Таблица 7.2. Коэффициенты экранирования соединительной полосы

Отношение расстояния между заземлителями к их длине	Число труб					
	4	8	10	20	30	40
1	0,45	0,36	0,34	0,27	0,24	0,21
2	0,55	0,43	0,40	0,32	0,30	0,28
3	0,70	0,60	0,56	0,45	0,41	0,37

Полученное результирующее сопротивление растеканию тока всего заземляющего устройства сравнивают с допустимым.

На плане цеха размещают вертикальные заземлители и соединительную полосу.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.

3.1. Выбрать вариант (табл. 7.3.).

3.2. Рассчитать результирующее сопротивление растеканию тока заземляющего устройства и сравнить с допустимым сопротивлением.

3.3. Подписать отчёт и сдать преподавателю

4. Таблица 7.3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «РАСЧЁТ КОНТУРНОГО ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ В ЦЕХАХ С ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В»

Вариант	Габаритные размеры цеха, м		Удельное сопротивление грунта, Ом · см
	длина	ширина	
1.	2.	3.	4.
01	60	18	12000
02	72	24	10000
03	66	24	13000
04	72	18	15000
05	90	24	18000
06	72	24	21000
07	72	18	24000
08	90	24	27000
09	72	24	30000
10	66	18	33000
11	60	18	36000

12	66	12	39000
13	72	18	42000
14	90	18	45000
15	36	12	50000
16	24	12	54000
17	12	12	58000
18	24	12	62000
19	18	12	10000
20	18	24	10000
21	60	24	11000
22	54	18	10000
23	48	18	13000
24	66	24	50000
25	60	18	18000
26	72	24	21000
27	72	18	24000
28	66	24	27000
29	7	24	30000
30	60	24	33000

5. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «РАСЧЁТ КОНТУРНОГО ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ В ЦЕХАХ С ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В»

1. Исходные данные:

Вариант	Габаритные размеры цеха, м		Удельное сопротивление грунта, Ом·см
	длина	ширина	
№ -	72	18	42 000

2. Цель работы: рассчитать результирующее сопротивление растеканию тока заземляющего устройства и сравнить с допустимым сопротивлением.

3. Ход работы:

Защитное заземляющее устройство, предназначенное для защиты людей от поражения электрическим током при переходе напряжения на металлические части электрооборудования, представляет собой специально выполненное соединение конструктивных металлических частей электрооборудования (вычислительная техника, приборостроительные комплексы, испытательные стенды, станки, аппараты, светильники, щиты управления, шкафы и пр.), нормально не находящихся под напряжением, с заземлителями, расположенными непосредственно в земле.

Контурным защитным заземлением называется система, состоящая из труб, забиваемых вокруг здания цеха, в котором расположены электроустановки.

Заземление электроустановок необходимо выполнять:

- при напряжении выше 380В переменного и 440В постоянного тока в помещениях без повышенной опасности, т. е. во всех случаях;
- при номинальном напряжении выше 42В переменного и 110В постоянного тока в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках;
- при любых напряжениях переменного и постоянного тока во взрывоопасных помещениях.

На электрических установках напряжением до 1000В одиночные заземлители соединяют стальной полосой толщиной не менее 4мм и сечением не менее 48мм². Для уменьшения экранирования рекомендуется одиночные заземлители располагать на расстоянии не менее 2,5...3 м один от другого.

1. Сопротивление растеканию тока, через одиночный заземлитель диаметром 25...30 мм рассчитаем по формуле(7.1.)

$$R_{тр} = 0,9 (\rho / l_{тр}),$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, $L_{тр}$ – длина трубы, 1,5...4м. Принимаем $L_{тр} = 2,75$ м.

В нашем случае:

$$R_{тр} = 0,9 \cdot (420 / 2,75) = 137,5 \text{ (Ом)}.$$

2. Определяем примерное число заземлителей без учёта коэффициента экранирования по формуле (7.2.):

$$n = R_{тр} / r,$$

где r – допустимое сопротивление заземляющего устройства, 4 Ом.

В нашем случае:

$$n = 137,5 / 4 = 34,4 \text{ (шт)}.$$

3. Определяем коэффициент экранирования заземлителей:

- расстояние между трубами 2,5...3м – принимаем 2,75м,
- длина труб – 2,75м,
- отношение расстояния к длине - 1,
- число труб – 34,4 $\approx$ 40 (шт).

По табл. 7.1. выбираем $\eta_{тр}$:

$$\eta_{тр} = 0,38...0,44$$

3.1. Число вертикальных заземлителей с учётом коэффициента экранирования определяем по формуле (7.3.):

$$n_1 = n / \eta_{тр}$$

В нашем случае:

$$n_1 = 34,4/0,38 = 90,4 \text{ (шт.)}.$$

3.2. Длину соединительной полосы определяем по формуле (7.4.):

$$l_n = n_1 \cdot a = 90,4 \cdot 2,75 = 248,7 \text{ (м)},$$

где a – расстояние между заземлителями.

Периметр цеха p , м:

$$p = (a + b) \cdot 2 = (72 + 18) \cdot 2 = 180 \text{ (м)}.$$

Расчетная длина соединительной полосы не менее периметра цеха.

3.3. Сопротивление растеканию электрического тока через соединительную полосу, R_n , определяем по формуле (7.5.):

$$R_n = 2,1 \left(\frac{\rho}{l_n} \right),$$

где η_n – коэффициент экранирования соединительной полосы.

В нашем случае:

$$R_n = 2,1 \left(\frac{420}{248,7} \right) = 3,55 \text{ (Ом)}$$

3.7. Результирующее сопротивление растеканию тока всего заземляющего устройства, R_3 , определяем по формуле (7.6.):

$$R_3 = \frac{R_{np} \cdot R_n}{\eta_n R_{np} + \eta_{np} \cdot R_n \cdot n_1},$$

где η_n – коэффициент экранирования соединительной полосы, $\eta_n = 0,21$.

В нашем случае:

$$R_3 = \frac{137,5 \cdot 3,5}{0,21 \cdot 137,5 + 0,38 \cdot 3,5 \cdot 90,4} = 3,2 \text{ (Ом)}$$

Вывод: допустимое сопротивление заземляющего устройства на электрических установках напряжением до 1000В равно 3,2 Ом, что не более 4 Ом. Следовательно, полученное результирующее сопротивление растеканию тока заземляющего устройства соответствует норме и заземлители установлены правильно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности / С.В. Белов, В.А. Девисилов, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. Ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, НМЦ СПО, 2000. – 343 с.
2. Королькова В.И. Электробезопасность на промышленных предприятиях. – М.: Машиностроение, 1971.

VIII. РАСЧЕТ ЧАСТОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ. ЗАЩИТА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭМИ.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

В настоящее время произошел огромный скачок в развитии технических средств. Большинство населения фактически живет в весьма сложном электромагнитном поле (ЭМП), которое становится все труднее и труднее характеризовать: интенсивность этого поля в миллионы раз превосходит уровень планетарного магнитного поля и резко отличается по своим характеристикам от полей естественного происхождения.

Особенно резко напряженность полей возрастает вблизи линий электропередач (ЛЭП), радио-и телестанций, средств радиолокации и радиосвязи (в том числе мобильной и спутниковой), различных энергетических и энергоемких установок, городского транспорта. В бытовых условиях повышение электромагнитных полей вызывается применением электроприборов, видеодисплейных терминалов, сотовых телефонов, пейджеров, которые излучают ЭМП самой различной частоты, модуляции и интенсивности.

Масштабы электромагнитного загрязнения среды стали столь существенными, что Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) включила эту проблему в число наиболее актуальных в этом столетии для здоровья человека.

В настоящее время установлено влияние электромагнитных полей и излучений на все органы человеческого организма. Отрицательное воздействие ЭМП на человека и на те или иные компоненты экосистем прямо пропорциональны мощности поля и времени облучения. Длительное воздействие сильных ЭМП вызывает у человека нарушения эндокринной системы, обменных процессов, функции головного и спинного мозга, повышает склонность к депрессиям и даже самоубийству и увеличивает вероятность развития сердечно-сосудистых заболеваний и раковых опухолей.

Электромагнитное поле – это совокупность двух неразрывно связанных между собой переменных полей, характеризующихся напряженностью электрической (E , В/м) и магнитной (H , А/м) составляющих. Изменение этого поля в пространстве происходит с той же частотой (f , Гц), с которой пульсирует ток в проводнике.

Расстояние, на которое распространяется электромагнитная волна за один период, называется длиной волны $\lambda = c/f$, где c – скорость света, м/с.

Пространство вокруг источника ЭМП можно разделить на три зоны:

- *зону индукции* – формирования волны, которая находится на расстоянии $R < \lambda/2\pi$;
- *зону интерференции*, которая характеризуется наличием максимумов и минимумов потока энергии и находится на расстоянии R от источника: $\lambda/2\pi < R < 2\pi\lambda$;
- *зону излучения на расстоянии* $R > 2\pi\lambda$.

При распространении ЭМП происходит перенос энергии, величина которой определяется вектором Умова-Пойтинга. Величина этого вектора измеряется в Вт/м² и называется интенсивностью I или плотностью потока энергии (ППЭ).

В первой зоне характеристическими критериями ЭМП являются отдельно напряженности электрической E и магнитной H составляющих, в зонах интерференции и излучения – комплексная величина ППЭ I .

В табл. 8.1. приведена классификация ЭМП в зависимости от диапазона радиочастот.

Таблица 8.1. Классификация ЭМП в зависимости от диапазона радиочастот

Диапазон радиочастот	f , Гц	λ , м	Нормируемые величины.
Высокие - ВЧ	30 кГц...3 МГц ($3 \cdot 10^4 \dots 3 \cdot 10^6$ Гц)	10 000...100	E , H $\mathcal{E}N_E$, $\mathcal{E}N_H$
Ультравысокие - УВЧ	3 МГц...300 МГц ($3 \cdot 10^6 \dots 3 \cdot 10^8$ Гц)	100...1	То же
Сверхвысокие - СВЧ	300 МГц...300 ГГц ($3 \cdot 10^8 \dots 3 \cdot 10^{11}$ Гц)	1...0,001	I , $\mathcal{E}N_{ППЭ}$

В ВЧ- диапазоне электромагнитного поля длина волны намного больше размеров тела человека. диэлектрические процессы, происходящие под воздействием ЭМП этого диапазона, выражены слабо. В результате происходит сокращение мышц, разогрев организма, страдает нервная система, повышается утомляемость.

На более высоких частотах в УВЧ- и СВЧ- диапазонах длина волны становится соизмерима с размерами человека и его отдельными органами, в тканях начинают преобладать диэлектрические потери, в

электролитах (крови и лимфе) наводятся ионные вихревые токи. Энергия ЭМП поглощается организмом, превращаясь в тепловую энергию, нарушаются обменные процессы в клетках. До значения плотности потока поля $I \leq 10 \text{ Вт/м}^2$, называемого тепловым порогом, механизмы терморегуляции организма справляются с подводимым теплом. При большой интенсивности может повыситься температура. Особенно страдают органы со слабовыраженным механизмом терморегуляции: мозг, глаза, желчный и мочевой пузырь, нервная система. Облучение глаз может привести к помутнению кристаллика (катаракте), возможны ожоги роговицы. Наблюдаются трофические явления в организме, старение и шелушение кожи, выпадение волос, ломкость ногтей.

В зависимости от интенсивности и времени воздействия изменения в организме могут быть обратимыми и необратимыми. Доказана наибольшая биологическая активность микроволнового СВЧ-поля в сравнении с ВЧ и УВЧ.

Таким образом, если не принять мер защиты, то излучаемая электромагнитная энергия может оказать вредное влияние на организм человека.

Нормирование ведется в соответствии с Санитарными правилами и нормами (СанПиН) и документами системы безопасности труда (ССБТ).

Нормирование полей промышленной частоты 50 Гц в условиях производства:

- осуществляется по напряженности электрической составляющей поля $E_d \leq 5 \text{ кВ/м}$ – при нахождении в контролируемой зоне работника в течение всего рабочего дня,
- при напряженности $5 - 20 \text{ кВ/м}$ допустимое время нахождения рассчитывается по специальной формуле ($T_d = (50/E_{изм}) - 2$, где $E_{изм}$ – измеренная величина напряженности).

Предельно допустимый уровень напряженности для производства 25 кВ/м . для жилого сектора напряженность от линии электропередач не должна превышать:

- на территории жилой застройки 1 кВ/м ;
- внутри жилых зданий $0,5 \text{ кВ/м}$.

Нормирование полей радиочастотного диапазона (данные приведены в таблице 8.2.).

Для бытовых источников ЭМП массового использования, таких как сотовые телефоны и микроволновые печи, существуют специальные нормы.

1. Гигиенические нормативы ГН 2.1.8./2.2.4.019 – 94. Временные допустимые уровни (ВДУ) воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системой сотовой связи. В работе этих систем используется следующий принцип: территория города и района делится на небольшие зоны (соты) радиусом $0,5 - 2 \text{ км}$, в центре каждой зоны располагается базовая станция. Системы сотовой радиосвязи работают в интервале $400 \text{ МГц} - 1,2 \text{ ГГц}$, т.е. в СВЧ-диапазоне. Максимальная мощность передатчиков базовых станций не превышает 100 Вт , коэффициент усиления антенны $10 - 16 \text{ дБ}$. Мощность передатчиков автомобильных станций $8 - 20 \text{ Вт}$, ручных радиотелефонов $0,8 - 5 \text{ Вт}$. Лица, профессионально связанные с источниками ЭМП, подвергаются его воздействию в течение рабочего дня, население, проживающее в непосредственной близости от базовых станций, - до 24 ч в сутки, пользователи – только во время телефонных разговоров. Временно допустимые уровни (ВДУ) облучения:

- *профессиональное воздействие* – предельно допустимое значение $I_{пд} = 2/t, \text{ Вт/м}^2$, $I_{пд\text{макс}} \leq 10 \text{ Вт/м}^2$;
- *непрофессиональное воздействие* – облучение населения, проживающего вблизи антенн базовых станций - $I_{пд} \leq 0,1 \text{ Вт/м}^2$; облучение пользователей радиотелефонов - $I_{пд} \leq 1 \text{ Вт/м}^2$;

2. Предельно допустимые уровни плотности потока энергии, создаваемой микроволновыми печами в бытовых условиях – до $0,1 \text{ Вт/м}^2$ на расстоянии $50 \pm 5 \text{ см}$ от любой точки микроволновой печи.

Для защиты от ЭПМ РЧ используются следующие методы:

- уменьшение излучения в источнике;
- изменение направленности излучения;
- уменьшение времени воздействия;
- увеличение расстояния до источника излучения;
- защитное экранирование;
- применение средств индивидуальной защиты.

2. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ, ЧАСТО ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

2.1. ОЦЕНКА УРОВНЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ (ЭСП)

В соответствии с выданным преподавателем заданием оценка уровня воздействия производится в следующей последовательности:

1. Произведите расчет предельно допустимого уровня напряженности электростатического поля при воздействии на персонал более одного часа за смену по формуле:

$$E_{\text{ПДУ}} = 60 / \sqrt{t}, \quad (8.1.)$$

где $E_{\text{ПДУ}}$ – предельно допустимый уровень напряженности поля, кВ/м ; t – время воздействия, ч.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) напряженности электростатического поля ($E_{\text{ПДУ}}$) устанавливается равным 60 кВ/м в течение 1 часа [23].

2. Определите допустимое время пребывания в ЭСП по формуле:

$$t_{\text{доп}} = (60 / E_{\text{факт.}}), \quad (8.2.)$$

где $E_{\text{факт.}}$ – фактическое значение напряженности ЭСП, кВ/м .

При напряженности ЭСП, превышающей 60 кВ/м , работа без применения средств защиты не допускается, а при напряженности менее 20 кВ/м время пребывания не регламентируется.

3. По полученным расчетам сделайте вывод о времени работы персонала в ЭСП, в том числе с использованием средств защиты.

2.2. ОЦЕНКА УРОВНЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ (ЭМП) РАЗЛИЧНЫХ ДИАПАЗОНОВ ЧАСТОТ

Оценка ЭМП различного диапазона частот осуществляется отдельно по напряженностям электрического поля (E , кВ/м) и магнитного поля (H , А/м) или индукции магнитного поля (B , мкТл), в диапазоне частот $300 \text{ МГц} - 300 \text{ ГГц}$ по плотности потока энергии (ППЭ, Вт/м^2), в диапазоне частот $30 \text{ кГц} - 300 \text{ ГГц}$ – по величине энергетической экспозиции.

2.2.1. ЭМП ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ

Предельно допустимый уровень напряженности ЭП на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м [21].

Оценка и нормирование ЭМП промышленной частоты на рабочих местах персонала проводится дифференцированно в зависимости от времени пребывания в электромагнитном поле.

1. Произведите расчет допустимого времени пребывания персонала (в соответствии с вариантом задания) в ЭП при напряженностях от 5 до 20 кВ/м по формуле:

$$T = (50 / E) - 2, \quad (8.3.)$$

где E – напряженность электрического поля в контролируемой зоне (E_1 , E_2 , E_3), кВ/м ; T – допустимое время пребывания в ЭП при соответствующем уровне напряженности, ч.

При напряженности ЭП от 20 до 25 кВ/м допустимое время пребывания составляет 10 мин. Пребывание в ЭП с напряженностью более 25 кВ/м без средств защиты не допускается.

2. Рассчитайте время пребывания персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью ЭП по формуле:

$$T_{пр.} = 8 \cdot (t_{E1}/T_{E1} + t_{E2}/T_{E2} + t_{E3}/T_{E3} + t_{En}/T_{En}), \quad (8.4.)$$

где $T_{пр}$ – приведенное время, эквивалентное по биологическому эффекту пребывания в ЭП нижней границы нормируемой напряженности, ч; $t_{E1}, t_{E2}, t_{E3}, t_{En}$ – время пребывания в контролируемых зонах напряженностями E_1, E_2, E_3, E_n , ч; $T_{E1}, T_{E2}, T_{E3}, T_{En}$ – допустимое время пребывания для соответствующих зон, ч.

Проведенное время не должно превышать 8 ч. Различие в уровнях напряженности ЭП контролируемых зон устанавливается в 1 кВ/м.

Требования действительны при условии, что проведение работ не связано с подъемом на высоту, исключена возможность воздействия электрических разрядов на персонал, а также при условиях защитного заземления всех изолированных от земли предметов, конструкций, частей оборудования, машин, механизмов, к которым возможно прикосновение работающих в зонах влияния ЭП.

2.2.2. ЭМП ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 30 КГц – 300 ГГц

Оценка и нормирование ЭМП осуществляется по величине энергетической экспозиции (ЭЭ). Энергетическая экспозиция ЭМП определяется как произведение квадрата напряженности электрического или магнитного поля на время воздействия на человека

1. Рассчитайте энергетическую экспозицию в диапазоне частот 30 кГц – 300 МГц (в соответствии с заданием) по формулам:

$$\text{ЭЭ}_E = E^2 \cdot T, \quad (8.5.)$$

$$\text{ЭЭ}_H = H^2 \cdot T, \quad (8.6.)$$

где E – напряженность электрического поля, В/м; H – напряженность магнитного поля, А/м; T – время воздействия на рабочем месте за смену, ч.

2. Рассчитайте энергетическую экспозицию по плотности потока энергии в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц по формуле:

$$\text{ЭЭ}_{ППЭ} = \text{ППЭ} \cdot T, \quad (8.7.)$$

где ППЭ – плотность потока энергии (мкВт/см²).

Предельно допустимые уровни энергетических экспозиций (ЭЭПДУ) на рабочих местах персонала за смену приведены в табл. 8.2.

Таблица 8.2. ПДУ энергетических экспозиций ЭМП диапазона частот 30 кГц – 300 ГГц

Параметр	ЭЭПДУ в диапазонах частот, МГц				
	0,03 – 3,0	3,0 – 30,0	30,0 – 50,0	50,0 – 300,0	300,0 – 300 000,0
1.	2.	3.	4.	5.	6.
$\text{ЭЭ}_E, (\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$	20 000	7000	800	800	-
$\text{ЭЭ}_H, (\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}$	200	-	0,72	-	-
$\text{ЭЭ}_{ППЭ}, (\text{мкВ/см})^2 \cdot \text{ч}$	-	-	-	-	200

Максимальные допустимые уровни напряженности электрического и магнитного полей, плотности потока энергии ЭМП не должны превышать значений, представленных в табл. 8.3.

Таблица 8.3. Максимальные ПДУ напряженности и плотности потока энергии ЭМП диапазона частот 30 кГц – 300 ГГц

Параметр	ЭЭПДУ в диапазонах частот, МГц				
	0,03 – 3,0	3,0 – 30,0	30,0 – 50,0	50,0 – 300,0	300,0 – 300 000,0
1.	2.	3.	4.	5.	6.
$E, (\text{В/м})^2$	500	295	80	80	-

$H, (A/m)^2$	50	-	3,0	-	-
ППЭ, мкВ/см ²	-	-	-	-	1000 – 5000*

*Для условий локального облучения кистей рук.

Предельно допустимые уровни ЭМП диапазона частот 30 кГц – 300 ГГц для населения отражены в табл. 8.4.

3. Определите предельно допустимый уровень ЭМП для средств связи и телевизионного вещания по формуле:

$$E_{пду} = 21 \cdot f^{0,37}, \quad (8.8.)$$

где $E_{пду}$ – значение предельно допустимого уровня напряженности электрического поля, В/м;
 f – частота, МГц.

4. Рассчитайте предельно допустимый уровень плотности потока энергии при локальном облучении кистей рук при работе с микрополосовыми устройствами по формуле:

$$ППЭ_{пид} = (K \cdot ЭЭ_{ППЭ_{пду}}) / T, \quad (8.9.)$$

где $ЭЭ_{ППЭ_{пду}}$ – предельно допустимый уровень энергетической экспозиции потока энергии, равная 200 мкВт/см² (табл. 8.2.); K – коэффициент ослабления биологической эффективности, равный 12,5;
 T – время пребывания в зоне облучения за рабочий день (рабочую смену), ч.

Таблица 8.4. Предельно допустимые уровни ЭМП диапазона частот 30 кГц – 300 ГГц для населения

Диапазон частот	30-300 кГц	0,3 – 3 МГц	3 – 30 МГц	30 – 300 МГц	0,3 – 300 ГГц
Нормируемый параметр	Напряженность электрического поля E , В/м				Плотность потока энергии ППЭ, мкВт/см ²
Предельно допустимый уровень	25	15	10	3*	1000 – 2500**

* кроме средств радио- и телевизионного вещания (диапазон частот 48,5–108; 174–230 МГц).

** для случаев облучения от антенн, работающих в режиме кругового обзора или сканирования.

Во всех случаях максимальное значение $ППЭ_{пду}$ не должно превышать 50 Вт/м² (5000 мкВт/см²).

5. Рассчитайте предельно допустимую плотность потока энергии при облучении лиц от антенн, работающих в режиме кругового обзора или сканирования с частотой не более 1 кГц и скважностью не менее 20 по формуле:

$$ППЭ_{пду} = K \cdot (ЭЭ_{ППЭ_{пду}} / T), \quad (8.10.)$$

где K – коэффициент ослабления биологической активности прерывистых воздействий, равный 10.

При этом плотность потока энергии не должна превышать для диапазона частот 300 МГц – 300 ГГц – 10 Вт/м² (1000 мкВт/см²).

6. Определите предельно допустимое значение интенсивности ЭМИ в диапазоне 60 кГц – 300 МГц ($E_{пду}$, $H_{пду}$, $ППЭ_{пду}$) в зависимости от времени воздействия в течение рабочего дня (рабочей смены) по формулам:

$$E_{пду} = (ЭЭ_{Е_{пду}} / T)^{1/2} \quad (8.11.)$$

$$H_{пду} = (ЭЭ_{H_{пду}} / T)^{1/2} \quad (8.12.)$$

$$ППЭ_{ПДУ} = ЭЭ_{ППЭ_{ПДУ}} / T, \quad (8.13.)$$

где $E_{ПДУ}$, $H_{ПДУ}$ и $ППЭ_{ПДУ}$ – предельно допустимые уровни напряженности электрического, магнитного поля и плотности потока энергии; $ЭЭ_E$, $ЭЭ_H$, и $ЭЭ_{ППЭ_{ПДУ}}$ – предельно допустимые уровни энергетической экспозиции в течение рабочего дня (рабочей смены), указанные в табл. 8.2.

Значения предельно допустимых уровней напряженности электрической ($E_{ПДУ}$), магнитной ($H_{ПДУ}$) составляющих и плотности потока энергии ($ППЭ_{ПДУ}$) в зависимости от продолжительности воздействия ЭМИ радиочастот приведены в табл. 8.5., 8.6.

ПДУ напряженности электрического и магнитного поля диапазона частот 10–30 кГц при воздействии в течение всего рабочего дня (рабочей смены) составляют 500 В/м и 50 А/м, а при работе до двух часов за смену – 1000 В/м и 100 А/м соответственно.

В диапазонах частот 30 кГц – 3 МГц и 30 – 50 МГц учитывается ЭЭ создаваемые как электрическим ($ЭЭ_E$), так магнитными ($ЭЭ_H$) полями:

$$(ЭЭ_E / ЭЭ_{E_{ПДУ}}) + (ЭЭ_H / ЭЭ_{H_{ПДУ}}) \leq 1 \quad (8.14.)$$

При облучении от нескольких источников ЭМП, работающих в частотных диапазонах, для которых установлены различные ПДУ, должны соблюдаться следующие условия:

$$(ЭЭ_{E1} / ЭЭ_{E_{ПДУ1}}) + (ЭЭ_{E2} / ЭЭ_{E_{ПДУ2}}) + (ЭЭ_{Hn} / ЭЭ_{H_{ПДУn}}) + \dots \leq 1 \quad (8.15.)$$

Таблица 8. 5. *Предельно допустимые уровни напряженности электрической и магнитной составляющих в диапазоне частот 30 кГц – 300 МГц в зависимости от продолжительности воздействия*

Продолжительность воздействия T, ч	E _{ПДУ} , В/м			H _{ПДУ} , А/м	
	0,03 – 3 МГц	3 – 30 МГц	30 – 300 МГц	0,3 – 3 МГц	30 – 50 МГц
8,0 и более	50	30	10	5,0	0,30
7,5	52	31	10	5,0	0,31
7,0	53	32	11	5,3	0,32
6,5	55	33	11	5,5	0,33
6,0	58	34	12	5,8	0,34
5,5	60	36	12	6,0	0,36
5,0	63	37	13	6,3	0,38
4,5	67	39	13	6,7	0,40
4,0	71	42	14	7,1	0,42
3,5	76	45	15	7,6	0,45
3,0	82	48	16	8,2	0,49
2,5	89	52	18	8,9	0,54
2,0	100	59	20	10,0	0,60
1,5	115	68	23	11,5	0,69
1,0	141	84	28	14,2	0,85
0,5	200	118	40	20,0	1,20
0,25	283	168	57	28,3	1,70
0,125	400	236	80	40,0	2,40
0,08 и менее	500	296	80	50,0	3,00

Примечание. При продолжительности воздействия менее 0,08ч дальнейшее повышение интенсивности не допускается.

При одновременном или последовательном облучении персонала от источников, работающих в непрерывном режиме, и от антенн, излучающих в режиме кругового обзора и сканирования, суммарная ЭЭ рассчитывается по формуле:

$$ЭЭ_{ППЭ_{сум}} = ЭЭ_{ППЭ_{н}} + ЭЭ_{ППЭ_{пр}}, \quad (8.16.)$$

где $\mathcal{E}_{\text{ППЭ сум}}$ – суммарная ЭЭ, которая не должна превышать $200 \text{ мкВт/см}^2\text{ч}$; $\mathcal{E}_{\text{ППЭн}}$ – ЭЭ, создаваемая непрерывным излучением; $\mathcal{E}_{\text{ППЭпр}}$ – ЭЭ, создаваемая прерывистым излучением вращающихся или сканирующих антенн, равная $(0,1 \cdot \text{ППЭ}_{\text{пр}} \cdot T_{\text{пр}})$.

Таблица 8.6. Предельно допустимые уровни плотности потока энергии в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц в зависимости от продолжительности воздействия

Продолжительность воздействия Т,ч	ППЭ ПДУ, мкВт/см ²
8,0 и более	25
7,5	27
7,0	29
6,5	31
6,0	33
5,5	36
5,0	40,0
4,5	44
4,0	50
3,5	57
3,0	67
2,5	80
2,0	100
1,5	133
1,0	200
0,5	400
0,25	800
0,2 и менее	1000

Примечание. При продолжительности воздействия менее 0,2 часа дальнейшее повышение интенсивности воздействия не допускается.

В данной лабораторной работе мы не рассматриваем импульсные электромагнитные поля радио технических объектов (ИЭМП).

2.3. ЗАЩИТА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Защита от излучений и электромагнитных полей в нашей республике регламентируется Законом ПМР «Об охране окружающей среды», а также рядом нормативных документов (ГОСТы, СанПиНы, СНиП др.).

В целях предупреждения неблагоприятного влияния на состояние здоровья производственного персонала объектов и населения ЭМП используют комплекс мер, включающий в себя проведение организационных, инженерно-технических и лечебно-профилактических мероприятий.

Основной способ защиты населения от возможного вредного воздействия ЭМП ЛЭП – создание охранных зон шириной от 15 до 30 м в зависимости от напряжения линий электропередачи. На открытой местности применяют тросовые экраны, железобетонные заборы, высаживают деревья высотой более 2 м.

Организационные мероприятия включают:

- выделение зон воздействия ЭМП (с уровнем, превышающим ПДУ с ограждением и обозначением соответствующими предупредительными знаками);
- выбор рациональных режимов работы оборудования;
- расположение рабочих мест и маршрутов передвижения обслуживающего персонала на расстояниях от источников ЭМП, обеспечивающих соблюдение ПДУ;
- ремонт оборудования, являющегося источником ЭМП, следует проводить по возможности вне зоны влияния полей от других источников;
- организацией системы оповещения о работе источников ИЭМП;
- разработка инструкции по безопасным условиям труда при работе с источником ИЭМП;
- соблюдение правил безопасной эксплуатации источников ЭМП.

Инженерно-технические мероприятия включают:

- рациональное размещение оборудования;

- организация дистанционного управления аппаратурой;
- заземление всех изолированных от земли крупногабаритных объектов, включая машины и механизмы, металлические трубы отопления, водоснабжения и т. д., а также вентиляционные устройства;
- использование средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии на рабочие места персонала (поглотители мощности, экранирование отдельных блоков или всей излучающей аппаратуры, рабочего места, использование минимальной необходимой мощности генератора, покрытие стен, пола и потолка помещений радиопоглощающими материалами);
- применение средств коллективной и индивидуальной защиты (защитные очки, щитки, шлемы; защитная одежда – комбинезоны и костюмы с капюшонами, изготовленные из специальной электропроводящей, радиоотражающей или радиопоглощающей ткани; рукавицы или перчатки, обувь). Все части защитной одежды должны иметь между собой электрический контакт.

Лечебно-профилактические мероприятия:

- все лица, профессионально связанные с обслуживанием и эксплуатацией источников ЭМП, в том числе импульсных, должны проходить предварительный при поступлении на работу (отбор для лиц для работы с импульсными источниками) и периодические профилактические медосмотры в соответствии с действующим законодательством;
- лица, не достигшие 18-летнего возраста и беременные женщины допускаются к работе в условиях возникновения ЭМП только в случаях, когда интенсивность ЭМП на рабочих местах не превышает ПДУ, установленный для населения;
- контроль за условиями труда, за соблюдением санитарно-эпидемиологических правил и нормативов на рабочих местах;

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

3.1. Выбрать вариант (см. табл. 8.7.).

3.2. Ознакомиться с методикой расчета.

3.3. В соответствии с данными варианта дать оценку уровня воздействия электростатического поля (ЭСП), определить допустимое время пребывания в ЭСП. По полученным расчетам сделайте вывод о времени работы персонала в ЭСП, в том числе с использованием средств защиты.

3.4. Дать оценку уровня воздействия электромагнитных полей (ЭМП) различных диапазонов промышленных частот согласно данным варианта:

3.4.1. ЭМП ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ. Рассчитать время пребывания персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью ЭП.

3.4.2. ЭМП ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 30 КГц – 300 ГГц. Рассчитать энергетическую экспозицию в диапазоне частот $30 \text{ кГц} - 300 \text{ МГц}$ (в соответствии с заданием). Рассчитать энергетическую экспозицию по плотности потока энергии в диапазоне частот $300 \text{ МГц} - 300 \text{ ГГц}$. Определить предельно допустимый уровень ЭМП для средств связи и телевизионного вещания. Рассчитать предельно допустимый уровень плотности потока энергии при локальном облучении кистей рук при работе с микрополосовыми устройствами. Рассчитать предельно допустимую плотность потока энергии при облучении лиц от антенн, работающих в режиме кругового обзора или сканирования. Определить предельно допустимое значение интенсивности ЭМИ в диапазоне $60 \text{ кГц} - 300 \text{ МГц}$ ($E_{\text{ПДУ}}$, $H_{\text{ПДУ}}$, $ППЭ_{\text{ПДУ}}$) в зависимости от времени воздействия в течение рабочего дня (рабочей смены).

3.5. Пописать отчет и сдать преподавателю.

4. Таблица 8.7. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «РАСЧЕТ ЧАСТОТ ЭЛЕКТОМАГНИТНОГО ПОЛЯ, ИСПОЛЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ. ЗАЩИТА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭМИ.»

Вариант	Время воздействия	$E_{\text{факт.}}, \text{кВ/м}$	$E_{1.}, \text{кВ/м}$	$E_{2.}, \text{кВ/м}$	$E_{3.}, \text{кВ/м}$	T_{E1}	T_{E2}	T_{E3}	$E, \text{В/м}$	$H, \text{А/м}$	$\text{ППЭ}_2, \text{Вт/м}^2$	$F, \text{МГц}$	$\text{ЭЭ}_{\text{Енду}}, (\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$	$\text{ЭЭ}_{\text{НПду}}, (\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}$
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
1.	8	60	5	6	7	1,5	1,3	2,2	0,5	0,1	1	50	20 000	200
2.	7,5	50	8	9	10	0,9	0,7	0,5	1	0,2	2	60	7 000	0,72
3.	7	40	11	12	13	0,8	0,6	1,7	1,5	0,3	3	70	800	200
4.	6,5	30	14	15	16	1,6	0,8	1,2	2	0,4	4	80	800	0,72
5.	6	20	17	18	19	1,0	0,9	0,6	2,5	0,5	5	90	7 000	200
6.	5,5	25	20	19	18	0,2	0,5	0,8	3	0,6	6	100	20 000	0,72
7.	5	35	11	12	13	0,8	1,7	1,0	4	0,15	7	175	20 000	200
8.	4,5	45	12	13	14	0,6	1,6	1,2	4,5	0,25	8	180	7 000	0,72
9.	4	55	15	16	17	1,5	2,2	0,7	3,5	0,35	9	182	800	200
10.	3,5	60	18	19	20	0,8	1,7	0,9	4,5	0,45	10	184	800	0,72
11.	3	50	19	18	17	1,3	0,9	0,5	5	0,55	9,5	186	7 000	200
12.	2,5	40	16	15	14	1,2	1,0	0,7	5,5	0,2	8,5	188	20 000	0,72
13.	2	30	13	12	11	0,5	1,4	0,8	4,5	0,3	7,5	190	20 000	200
14.	1,5	20	10	9	8	0,6	0,8	1,3	4	0,4	6,5	192	7 000	0,72
15.	3	25	7	6	5	1,7	1,6	0,8	3	0,5	5,5	194	800	200
16.	2,5	35	4	5	6	1,2	1,0	0,9	3,5	0,6	4,5	196	800	0,72
17.	1,5	45	7	8	9	0,3	0,2	0,5	2	0,1	3,5	198	7 000	200
18.	2	55	10	11	12	0,7	0,9	2,1	2,5	0,15	2,5	200	20 000	0,72
19.	3	60	13	14	15	1,3	1,5	0,8	1,5	0,2	1,5	202	20 000	200
20.	3,5	50	16	17	18	0,9	0,3	0,2	5	0,25	2	205	7 000	0,72
21.	4	40	19	18	17	2,2	0,8	1,7	5,5	0,3	3	210	800	200
22.	5	30	16	15	14	1,6	1,2	0,9	4,5	0,35	4	215	800	0,72
23.	6	20	13	12	11	0,6	1,7	0,8	3,5	0,4	5	220	7 000	200
24.	6,5	25	10	9	8	1,5	2,4	1,2	3,0	0,45	6	225	20 000	0,72
25.	7	35	7	6	5	1,7	0,9	0,5	2,5	0,5	7	230	7 000	200
26.	6,5	30	14	15	16	1,6	0,8	1,2	2	0,4	4	80	800	0,72
27.	6	20	17	18	19	1,0	0,9	0,6	2,5	0,5	5	90	7 000	200
28.	5,5	25	20	19	18	0,2	0,5	0,8	3	0,6	6	100	20 000	0,72
29.	5	35	11	12	13	0,8	1,7	1,0	4	0,15	7	175	20 000	200
30.	4,5	45	12	13	14	0,6	1,6	1,2	4,5	0,25	8	180	7 000	0,72

**5. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «РАСЧЕТ ЧАСТОТ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ, ИСПОЛЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ.
ЗАЩИТА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭМИ»**

1. Исходные данные:

Вариант	Время воздействия	$E_{\text{факт.}}, \text{кВ/м}$	$E_{1.}, \text{кВ/м}$	$E_{2.}, \text{кВ/м}$	$E_{3.}, \text{кВ/м}$	T_{E1}	T_{E2}	T_{E3}	$E, \text{В/м}$	$H, \text{А/м}$	ППЭ, Вт/м^2	$F, \text{МГц}$	$\Sigma E_{\text{Буду.}} (\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$	$\Sigma H_{\text{Буду.}} (\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}$	$E_{\text{макс.}}, \text{кВ/м}$	$t_{\text{фр.}}, \text{нс}$	$T_{\text{имп.}}, \text{нс}$
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
№ -	5	35	11	12	13	0,8	1,7	1,0	4	0,15	7	175	20 000	200	4,0	13	120

2. Цель работы: провести расчет ЭМП, часто используемых в производственных условиях и сравнить их с допустимыми величинами для разработки мероприятий по защите от воздействия ЭМП.

3. Ход работы:

В настоящее время установлено влияние электромагнитных полей и излучений на все органы человеческого организма. Отрицательное воздействие ЭМП на человека и на те или иные компоненты экосистем прямо пропорциональны мощности поля и времени облучения. Длительное воздействие сильных ЭМП вызывает у человека нарушения эндокринной системы, обменных процессов, функции головного и спинного мозга, повышает склонность к депрессиям и даже самоубийству и увеличивает вероятность развития сердечно-сосудистых заболеваний и раковых опухолей.

1. ОЦЕНКА УРОВНЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ (ЭСП)

1.1. Предельно допустимый уровень напряженности электростатического поля при воздействии на персонал более одного часа за смену определим по формуле (8.1.):

$$E_{\text{ПДУ}} = 60 / \sqrt{t}$$

В нашем случае:

$$E_{\text{ПДУ}} = 60 / \sqrt{5} = 26,7 \text{ (кВ/м)},$$

где $E_{\text{ПДУ}}$ – предельно допустимый уровень напряженности поля, кВ/м ; $t = 5$ – время воздействия, ч .

Предельно допустимый уровень (ПДУ) напряженности электростатического поля ($E_{\text{ПДУ}}$) устанавливается равным 60 кВ/м в течение 1 часа [6].

Определим допустимое время пребывания в ЭСП по формуле (8.2.):

$$t_{\text{доп}} = (60 / E_{\text{факт.}})^2$$

В нашем случае:

$$t_{\text{доп}} = (60 / 35)^2 = 2,9 \text{ (ч)},$$

где $E_{\text{факт}}$ – фактическое значение напряженности ЭСП, кВ/м .

2. ОЦЕНКА УРОВНЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ (ЭМП) РАЗЛИЧНЫХ ДИАПАЗОНОВ ЧАСТОТ

2.1. ЭМП ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ

2.1.1. Допустимое время пребывания персонала в ЭП при напряженностях от 5 до 20 кВ/м определяем по формуле (8.3.):

$$T_{E1} = (50 / E) - 2$$

В нашем случае:

$$T_{E1} = (50 / E_1) - 2 = (50 / 11) - 2 = 2,5 \text{ (ч)}$$

$$T_{E2} = (50 / E_2) - 2 = (50 / 12) - 2 = 2,2 \text{ (ч)}$$

$$T_{E3} = (50 / E_3) - 2 = (50 / 13) - 2 = 1,8 \text{ (ч)},$$

где E – напряженность электрического поля в контролируемой зоне (E_1, E_2, E_3), $кВ/м$;

T – допустимое время пребывания в ЭП при соответствующем уровне напряженности, ч.

2.1.2. Время пребывания персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью ЭП по формуле (8.4.):

$$T_{пр.} = 8 \cdot (t_{E1}/T_{E1} + t_{E2}/T_{E2} + t_{E3}/T_{E3} + \dots + t_{En}/T_{En})$$

В нашем случае:

$$T_{пр.} = 8 \cdot (0,8 / 2,5 + 1,7 / 2,2 + 1,0 / 1,8) = 8 \cdot (0,32 + 0,77 + 0,56) = 13,2 \text{ (ч)}$$

$$13,2 \text{ (ч)} > 8 \text{ (ч)},$$

где $T_{пр}$ – приведенное время, эквивалентное по биологическому эффекту пребывания в ЭП нижней границы нормируемой напряженности, ч; $t_{E1}, t_{E2}, t_{E3}, t_{En}$ – время пребывания в контролируемых зонах напряженностями E_1, E_2, E_3, E_n , ч; $T_{E1}, T_{E2}, T_{E3}, T_{En}$ – допустимое время пребывания для соответствующих зон, ч.

2.2. ЭМП ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 30 кГц – 300 ГГц

Оценка и нормирование ЭМП осуществляется по величине энергетической экспозиции (ЭЭ). Энергетическая экспозиция ЭМП определяется как произведение квадрата напряженности электрического или магнитного поля на время воздействия на человека.

2.2.1. Энергетическая экспозиция в диапазоне частот 30 кГц – 300 МГц определяется по формулам (8.5.) и (8.6.):

$$\begin{aligned} \text{ЭЭ}_E &= E^2 \cdot T, \\ \text{ЭЭ}_H &= H^2 \cdot T \end{aligned}$$

В нашем случае:

$$\text{ЭЭ}_E = 4^2 \cdot 5 = 80 \text{ (В/м)}$$

$$\text{ЭЭ}_H = 0,15^2 \cdot 5 = 0,1125 \text{ (А/м)},$$

где $E = 4 \text{ В/м}$ – напряженность электрического поля; $H = 0,15 \text{ А/м}$ – напряженность магнитного поля; $T = 5 \text{ ч}$ – время воздействия на рабочем месте за смену.

2.2.2. Энергетическая экспозиция по плотности потока энергии в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц определяется по формуле (8.7.):

$$\text{ЭЭ}_{ППЭ} = \text{ППЭ} \cdot T$$

В нашем случае:

$$\text{ЭЭ}_{ППЭ} = 700 \cdot 5 = 3500 \text{ (мкВт/см}^2\text{)},$$

где $\text{ППЭ} = 700 \text{ (мкВт/см}^2\text{)}$ – плотность потока энергии.

Предельно допустимый уровень ЭМП для средств связи и телевизионного вещания определяется по формуле (8.8.):

$$E_{пду} = 21 \cdot f^{-0,37}$$

В нашем случае:

$$E_{пду} = 21 \cdot 175^{-0,37} = 3,1 \text{ (В/м)},$$

где $E_{пду}$ – значение предельно допустимого уровня напряженности электрического поля, $В/м$;

f – частота, $МГц$.

Предельно допустимый уровень ЭМП диапазона частот 30 кГц – 300 ГГц для населения не должен превышать $3 \text{ В/м} = 300 \text{ мкВт/см}^2$.

2.2.4. Предельно допустимый уровень плотности потока энергии при локальном облучении кистей рук при работе с микрополосовыми устройствами определяется по формуле (8.9.):

$$\text{ППЭ}_{\text{пид}} = (K \cdot \text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}_{\text{пиду}}} / T)$$

В нашем случае:

$$\text{ППЭ}_{\text{пид}} = (12,5 \cdot 200) / 5 = 500 \text{ (мкВт/см}^2\text{)} = 5 \text{ (Вт/м}^2\text{)},$$

где $\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}_{\text{пиду}}}$ – предельно допустимый уровень энергетической экспозиции потока энергии, равная 200 мкВт/см² (табл. 8.2.); K – коэффициент ослабления биологической эффективности, равный 12,5;

T – время пребывания в зоне облучения за рабочий день (рабочую смену), ч.

2.2.5. Предельно допустимая плотность потока энергии при облучении лиц от антенн, работающих в режиме кругового обзора или сканирования с частотой не более 1 кГц и скважностью не менее 20 определяется по формуле (8.10):

$$\text{ППЭ}_{\text{пду}} = K \cdot (\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}_{\text{пду}}} / T)$$

В нашем случае:

$$\text{ППЭ}_{\text{пду}} = 10 \cdot (200 / 5) = 400 \text{ (мкВт/см}^2\text{)} = 4 \text{ (Вт/м}^2\text{)},$$

где K – коэффициент ослабления биологической активности прерывистых воздействий, равный 10.

2.2.6. Предельно допустимое значение интенсивности ЭМИ в диапазоне 60 кГц – 300 МГц ($E_{\text{пду}}$, $H_{\text{пду}}$, $\text{ППЭ}_{\text{пду}}$) в зависимости от времени воздействия в течение рабочего дня (рабочей смены) определяется по формулам (8.11.), (8.12.), (8.13.):

$$E_{\text{пду}} = (\text{ЭЭ}_{E_{\text{пду}}} / T)^{1/2}$$

В нашем случае:

$$E_{\text{пду}} = (20\,000 / 5)^{1/2} = 63,2 \text{ (В/м)}, \text{ т.е. } (63,2 > 63)$$

$$63,2 < 800$$

$$H_{\text{пду}} = (\text{ЭЭ}_{H_{\text{пду}}} / T)^{1/2}$$

В нашем случае:

$$H_{\text{пду}} = (200 / 5)^{1/2} = 6,3 \text{ (А/м)}, \text{ т.е. } (6,3 = 6,3)$$

$$\text{ППЭ}_{\text{пду}} = \text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}_{\text{пду}}} / T$$

В нашем случае:

$$\text{ППЭ}_{\text{пду}} = 2 / 5 = 0,40 \text{ (Вт/м}^2\text{)},$$

где $E_{\text{пду}}$, $H_{\text{пду}}$ и $\text{ППЭ}_{\text{пду}}$ – предельно допустимые уровни напряженности электрического, магнитного поля и плотность потока энергии; ЭЭ_E , ЭЭ_H , и $\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}_{\text{пду}}}$ – предельно допустимые уровни энергетической экспозиции в течение рабочего дня (рабочей смены).

Вывод:

1. Воздействие электростатического поля: В данном варианте $20 < E_{\text{факт}} = 35 \text{ кВ/м} < 60 \text{ кВ/м}$, следовательно, время работы регламентируется (2,9 ч), но возможна работа без применения специальных средств защиты.

2. ЭМП промышленной частоты: Допустимое время пребывания в контролируемых зонах $E_1 = 11 \text{ кВ/м}$, $E_2 = 12 \text{ кВ/м}$, $E_3 = 13 \text{ кВ/м}$ соответственно - 2 ч; 2,2ч; 1,8ч. Приведенное время превышает 8 ч, что является недопустимым.

3. ЭМП диапазона частот 30 кГц – 300 ГГц: Энергетическая экспозиция ЭМП при частоте 175 МГц $\text{ЭЭ}_E = 80 \text{ В/м}^2$ – не превышает $\text{ЭЭ}_{\text{пду}} = 800 \text{ В/м}^2$; $\text{ЭЭ}_H = 0,1125 \text{ А/м}$ – $\text{ЭЭ}_{\text{пду}H} (\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}$ не нормируется. Энергетическая экспозиция по плотности потока $\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}} < \text{ЭЭ}_{\text{пду}}$, т.е. $3500 < 8\,000$, т.е. допустима. Предельно допустимый уровень для средств связи $E_{\text{пду}} = 3,1 \text{ В/м}$. Максимальное значение $\text{ППЭ}_{\text{пду}}$ при локальном облучении кистей рук не превышает 50 Вт/м^2 (5000 мкВт/см^2), т.е. $5 \text{ Вт/м}^2 < 50 \text{ Вт/м}^2$. Плотность потока энергии при облучении от антенн $\text{ППЭ}_{\text{пду}} = 4 \text{ (Вт/м}^2\text{)}$ не превышает допустимого значения для диапазона частот 300 МГц – 300 ГГц - 10 Вт/м^2 (1000 мкВт/см^2). Значения предельно допустимых уровней напряженности в диапазоне 60 кГц – 300 МГц: электрической $E_{\text{пду}} = 13 \text{ В/м}$ составля-

ющей меньше, чем по варианту ($63,2 \text{ В/м}$); магнитной составляющей $H_{\text{ПДУ}}$ – не нормируется, по варианту – $6,3 \text{ А/м}$; плотности потока энергии $\text{ППЭ}_{\text{ПДУ}} = 40 \text{ мкВт/см}^2$ равна значению по варианту - $\text{ППЭ}_{\text{ПДУ}} = 0,40 \text{ Вт/м}^2$

ЛИТЕРАТУРА

1. Курбатов, П.А. Численный расчет электромагнитных полей / П.А. Курбатов, С.А. Аринчин. М.: Энергоатомиздат, 1984.
2. Шихин, А.Я. Электромагнитные поля и системы / А.Я. Шихин. М.: Энергия, 1987.
3. Федеральный закон «Об охране окружающей среды», №7-ФЗ от 10.01.2002.
4. ГОСТ 12.1.002-84. ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах. М.: Издательство стандартов, 1984.
5. ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. М.: Издательство стандартов, 1984.
6. ГОСТ 12.1.045-84. ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. М.: Издательство стандартов, 1984.
7. СанПиН 2.2.4.1191-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Электромагнитные поля в производственных условиях. Утверждено Государственным санитарным врачом России 30.01.2003, введен с 01.05.2003

IX. РАСЧЕТ ИНТЕГРАЛЬНОЙ БАЛЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ТЯЖЕСТИ ТРУДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Рабочая среда человек—оператор представляет собой совокупность физических, химических, биологических, социально-психологических и эстетических факторов внешней среды, воздействующих на оператора.

Различают четыре уровня воздействия факторов рабочей среды на человека, необходимые для их учета и нормирования:

- комфортная среда обеспечивает оптимальную динамику работоспособности оператора, хорошее самочувствие и сохранение его здоровья;
- относительно дискомфортная рабочая среда обеспечивает при воздействии в течение определенного интервала времени заданную работоспособность и сохранение здоровья, но вызывает у человека субъективные ощущения и функциональные изменения, не выходящие за пределы нормы;
- экстремальная рабочая среда приводит к снижению работоспособности оператора и вызывает функциональные изменения, выходящие за пределы нормы, но не ведущие к патологическим изменениям или невозможности выполнения работы;
- сверхэкстремальная среда приводит к возникновению в организме человека патологических изменений или невозможности выполнения работы.

Комплексную оценку факторов рабочей среды проводят на основе методики физиологической классификации тяжести работ.

Тяжесть труда – характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие жизнедеятельность.

Тяжесть труда характеризуется:

- физической динамической нагрузкой,
- массой поднимаемого и перемещаемого груза,
- общим числом стереотипных рабочих движений,
- величиной статической нагрузки,
- формой рабочей позы,
- степенью наклона корпуса,
- перемещениями в пространстве.

Напряженность труда - характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника.

К факторам, характеризующим напряженность труда, относятся:

- интеллектуальные,
- сенсорные,
- эмоциональные нагрузки,
- степень монотонности нагрузок,
- режим работы.

Опасный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной острого заболевания или внезапного ухудшения здоровья и смерти.

В зависимости от количественной характеристики и продолжительности действия отдельные вредные производственные факторы могут стать опасными.

Профессиональный риск – это величина вероятности нарушения (повреждения) здоровья с учетом тяжести последствий в результате неблагоприятного влияния факторов производственной среды и трудового процесса.

Оценка профессионального риска проводится с учетом величины экспозиции последних, показателей состояния здоровья и утраты работоспособности последних.

Защита временем – уменьшение вредного воздействия неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса на работающих на счет снижения времени их действия:

- введение внутрисменных перерывов,
- сокращенного рабочего дня,
- увеличение продолжительности отпуска,
- ограничение стажа работы в данных условиях.

Принципы классификации условий труда:

Оптимальные условия труда (1 класс) – такие условия, при которых сохраняются здоровье работающих и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Оптимальные нормативы производственных факторов установлены для микроклиматических параметров и факторов трудового процесса. Для других факторов условно за оптимальные принимаются такие условия труда, при которых неблагоприятные факторы отсутствуют либо не превышают уровни, принятые в качестве безопасных для населения.

Допустимые условия труда (2 класс) характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не должны оказывать неблагоприятного действия в ближайшем и отдаленном периоде на состояние здоровья работающих и их потомство. Допустимые условия труда относят к безопасным.

Вредные условия труда (3 класс) характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное воздействие на организм работающего и/или его потомство. По степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих подразделяются 4 степени вредности:

— 1 степень 3 класса (3.1) – условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном, чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья;

— 2 степень 3 класса (3.2) – уровни вредных факторов, вызывающих стойкие функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к увеличению производственно обусловленной заболеваемости (что проявляется повышением уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности и, в первую очередь, теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых органов и систем для данных вредных факторов), появлению начальных признаков или легких (без потери профессиональной трудоспособности) форм профессиональных заболеваний, возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 лет и более);

— 3 степень 3 класса (3.3.) – условия труда, характеризующиеся такими уровнями вредных факторов, воздействия которых приводит к развитию, как правило, профессиональных болезней легкой и средней степени тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, росту хронической (производственно-обусловленной) патологии, включая повышенные уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности;

— 4 степень 3 класса (3.4) – условия труда, при которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности), отмечая значительный рост числа хронических заболеваний и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности;

Опасные (экстремальные) условия труда (4 класс) характеризуются уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в т.ч. и тяжелых форм.

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА

Для определения категории тяжести работ каждый из факторов рабочей среды, реально действующих на человека (см. табл. 9.1.), оценивают по балльной шкале и определяют интегральную балльную оценку тяжести и напряженности труда.

Таблица 9.1. Критерии для балльной оценки факторов рабочей среды.

Фактор рабочей среды	Оценка, баллы					
	1	2	3	4	5	6
Температура воздуха на рабочем месте, °С:						
теплый период	18...20	21...22	23...28	29...32	33...35	>35
холодный период	20...22	17...19	15...16	7...14	Ниже +7	-

Токсичное вещество, кратность превышения ПДК, раз	-	≤ 1	1,0...2,5	2,6...4,0	4,0...6,0	>6
Промышленная пыль, кратность превышения ПДК, раз.	-	$\leq 1,0$	1...5	6...10	11...30	> 30
Вибрация, превышение ПДУ, дБ	Ниже ПДУ	На уровне ПДУ	1...3	4...6	7...9	> 9
Промышленный шум, превышение ПДУ, дБ	< 1	Равно ПДУ	1...5	6...10	> 10	> 10 с вибрацией
Ультразвук, превышение ПДУ, дБ	< 1	Равно ПДУ	1...5	6...10	11...20	> 20
Интенсивность теплового излучения, Вт/м ²	≤ 140	141...1000	1001-1500	1501-2000	2001...2500	>2500
Освещенность рабочего места, лк: Мин. объект различ., мм Разряд работы	> 1 5...9	1,0...0,3 3...4	< 0,3 1...2	> 0,5 4...9	< 0,5 1...3	-
Физическая динамическая нагрузка, Дж: Общая $\times 10^5$ Региональная $\times 10^5$	4,2 2,1	4,3...8,3 2,2...4,2	8,4...12 4,3...6,2	13...17 6,3...8,3	18...20 8,4...10	> 20
Физическая статическая нагрузка, Н · с: На одну руку $\times 10^4$ На две руки $\times 10^4$	< 18 < 43	18...36 43...86	37...70 87...144	71...97 145...220	> 97 > 220	- -
Рабочее место (РМ), поза и перемещение в пространстве	РМ стационарное, поза свободная, масса перемещаемого груза до 5 кг	РМ стационарное, поза свободная, масса перемещаемого груза свыше 5 кг	РМ стационарное, поза несвободная, до 25% времени – в наклонном положении до 30°	РМ стационарное, поза вынужденная, – свыше 50% рабочей смены	РМ стационарное, поза вынужденная, неудобная – свыше 50% рабочей смены	РМ стационарное, поза вынужденная, наклоны под углом 60° до 300 раз за смену
Сменность	Утренняя смена	Две смены	Три смены	Нерегулярн. смены	-	-
Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч	-	< 8	< 12	> 12	-	-
Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены	< 25	25...50	51...75	76...90	> 90	-

Число важных объектов наблюдения	< 5	5...10	11...25	> 25	-	-
Темп (число движений в час): Мелких (кисти) Крупных (руки)	< 360 < 250	361...720 251...500	721...1080 501...750	1081...3000 751...1600	> 3000 > 1600	- -
Число сигналов в час	< 75	76...175	176...300	> 300	-	-
Монотонность: Число приемов в операции Длительность повторяющихся опе-	> 10 > 100	6...10 31...100	3...5 20...30	3...5 10...19	2...1 5...9	2...1 1...4
Режим труда и отдыха	Обоснованный, с включением музыки и гимнастики	Обоснованный без включения музыки и гимнастики	Отсутствие обоснован. режима труда и отдыха	-	-	-
Нервно-эмоциональная нагрузка	Простые действия по индивидуальному плану	Простые действия по заданному плану	Сложные действия по заданному плану с возможностью коррекции	Сложные действия по заданному плану при дефиците времени	Ответствен. за безопасность людей. Личный риск при дефиците времени.	-

Интегральная балльная оценка тяжести и напряженности труда

n

$$T = x_{\max} + \left[(6 - x_{\max}) \sum_{i=1}^n x_i \right] / [6(N - 1)], \quad (9.1.)$$

где $x_{\max}$ – наивысшая из полученных частных балльных оценок; N – общее число факторов; x_i – балльная оценка по i -му из учитываемых факторов (частная балльная оценка); n – число учитываемых факторов без учета одного фактора $x_{\max}$.

Данная формула справедлива, если каждый из учитываемых факторов действует в течение всего рабочего дня, т.е. 8 ч (480 мин). Если какой-либо из факторов действует менее 8 ч, то его фактическая оценка

$$x_{\phi i} = x_i t_{yoi} = x_i (t_i / 480), \quad (9.2.)$$

где t_{yoi} – удельный вес времени действия i -го фактора в общей продолжительности рабочего дня; t – продолжительность действия фактора, мин.

Таким образом, если по варианту работ окажется, что какой-то фактор действует меньше 480 мин, то в формулу (9.1.) в качестве значения x по данному фактору следует подставлять значение x_{ϕ} , определяемое по формуле (9.2.).

Для удобства выполнения задания все промежуточные расчеты следует заносить в табл. 9.2. в следующей последовательности (по каждой строке):

- записать фактор среды из варианта (графа 1);

- обозначить этот фактор как X_i (графа 2);
- выписать значение фактора из варианта (графа 3);
- определить, используя данные табл. 9.1, величину фактора X_i в баллах и занести результат в графу 4.
- Исходные данные из варианта (табл. 9.3), данные X_i в баллах (из табл. 9.1.) и результаты оценки удельной тяжести фактора рабочей среды, X_{fi} сводят в таблицу 9.2.

Таблица 9.2. Расчет интегральной балльной оценки тяжести труда.

Фактор рабочей среды и условия труда (см. табл. 9.3.)	Показатель	Значение показателя (см. табл. 9.3.)	Балльная оценка фактора (см. табл. 9.1.)	Продолжительность действия фактора t_p , мин	Удельный вес времени действия фактора $t_{уд}$ (см. формулу 9.2.)	Оценка удельной тяжести фактора рабочей среды X_{fi}
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
	X_i					
	...					
	X_n					

После расчета интегральной балльной оценки по формуле (9.1) определяют категорию тяжести и напряженности выполняемой работы.

Интегральная оценка. баллы

Категория тяжести

До 1.8	1
1.8...3.3	2
3.4...4.5	3
4.6...5.3	4
5.4...5.9	5
более 5.9	6

Если на рабочем месте фактические значения уровня вредных факторов находятся в пределах оптимальных или допустимых величин, условия труда на этом рабочем месте отвечают гигиеническим требованиям и относятся соответственно к 1 или 2 классу. Если уровень хотя бы одного фактора превышает допустимую величину, то условия труда на таком рабочем месте, в зависимости от величины превышения и в соответствии с настоящими гигиеническими критериями, как по отдельному фактору, так и при их сочетании могут быть отнесены к 1- 4 степеням 3 класса вредных или классу опасных условий труда.

Для установления класса условий труда превышение ПДК, ПДУ могут быть зарегистрированы в течение одной смены, если она типична для данного технологического процесса. При эпизодическом (в течение недели, месяца) воздействии на работника вредного фактора (типичным для данного технологического процесса, либо не типичном и не соответствующим функциональным обязанностям работника) его учет и оценка условий труда проводятся по согласованию с территориальным центром Госсанэпиднадзора.

Оценка условий труда с учетом комбинированного и сочетанного действия производственных факторов проводится на основании результатов измерений. Оцениваются условия труда для отдельных факторов. Результаты оценки вредных факторов производственной среды и трудового процесса вносят в

таблицу для общей оценки условий труда по степени вредности и опасности. Затем устанавливается оценка вредных факторов:

—по наиболее высокому классу и степени вредности;

—в случае сочетанного действия 3 и более факторов, относящихся к классу 3.1, общая оценка условий труда соответствует классу 3.2;

—при сочетании 2-х и более факторов 3.2, 3.3, 3.4 – условия труда оцениваются соответственно на одну степень выше.

При работе источниками ионизирующих излучений проводят контроль и оценку параметров радиационных факторов в соответствии с «нормами радиационной опасности» НРБ – 96г. при соблюдении предела годовой дозы и других контролируемых параметров условия труда на данном рабочем месте оценивают как допустимые. При превышении оценка вредности и опасности по этому фактору (впредь до выхода специального документа) осуществляется организациями Госсанэпиднадзора.

Работа в условиях гигиенических нормативов должна осуществляться с использованием СИЗ при административном контроле за их применением (включение в технологический регламент, правила внутреннего распорядка с мерами поощрения за их использование и/или административными мерами наказания нарушителей). Использование эффективных (имеющих сертификат соответствия) СИЗ уменьшает уровень профессионального риска повреждения здоровья, но не изменяет класс условий труда работника.

На основании расчетов интегральной балльной оценки и коллективного договора, заключенного с администрацией, работнику дифференцируют заработную плату, т.е. устанавливают надбавку, назначают дополнительный отпуск или сокращенный рабочий день, дополнительное профилактическое питание и т.п.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

3.1. Выбрать вариант (табл. 9.3.).

3.2. Изучить основные положения и методику. Подготовить форму таблицы (см. табл. 9.2.) и занести в нее исходные данные согласно данным варианта.

3.3. Внести в таблицу величину каждого фактора X_i в баллах.

3.4. Определить интегральную балльную оценку тяжести труда по формуле (9.1.) с учетом формулы (9.2.).

3.5. Зная интегральную балльную оценку, определить категорию тяжести труда и дать ее определение.

3.6. Оформить отчет и сдать преподавателю.

4. Таблица 9.3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «РАСЧЕТ ИНТЕГРАЛЬНОЙ БАЛЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ТЯЖЕСТИ И НАПРЯЖЕННОСТИ ТРУДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ»

Вариант	Профессия	Фактор рабочей среды и условия труда	Значение показателя	Продолжит. времени действия
1.	2.	3.	4.	5.
1.	Инженер – разработчик	Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 .	18...20	420
		Освещенность РМ на уровне санитарных норм:	--	420
		○ размер объекта, мм	< 0,3	--
		○ разряд зрительной работы.	2	--
		Превышение допустимого уровня звука, дБа.	2	240
		РМ стационарное, поза свободная.	--	--
		Масса перемещаемых грузов.	до 5 кг	--
		Работа в утреннюю смену.	--	--
		Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч.	8	--
		Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены.	30	--
		Обоснованный режим труда и отдыха с применением функциональной музыки и гимна-	--	--

		стики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану.	--	--
2.	Оператор на ВЦ	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С ⁰ . Освещенность РМ на уровне санитарных норм: - размер объекта, мм - разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза несвободная – до 20% времени в наклонном положении до 30 ⁰ . Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Число важных объектов наблюдения. Число движений пальцев в час. Монотонность: - число приемов в операции - длительность повторяющихся операций, с. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану.	21...22 -- < 0,3 2 0,8 -- -- 8 70 2 2600 3 20 -- --	420 420 -- -- 360 -- -- -- -- -- -- -- 480
3.	Монтажник печатных плат	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С ⁰ . Освещенность РМ на уровне санитарных норм: - размер объекта, мм - разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза свободная. Масса перемещаемых грузов. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Обоснованный режим труда и отдыха с применением функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану. Токсическое вещество (пары свинца), кратность превышения ПДК.	23 -- 0,5 3 5 -- до 5 кг 6 80 -- -- --	420 420 -- -- 240 -- -- -- -- -- -- 420
4.	Оператор дисплея автоматической линии по производству изделий механической обработкой	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С ⁰ . Освещенность РМ на уровне санитарных норм: - размер объекта, мм - разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза несвободная – до 20% времени в наклонном положении до 30 ⁰ . Работа в три смены.	19...20 -- 1 4 5 -- --	420 420 420 420 240 -- --

		Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены Число важных объектов наблюдения. Число движений пальцев в час. Монотонность: ○ число приемов в операции ○ длительность повторяющихся операций, с. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану. Промышленная пыль, кратность превышения ПДК.	4 40 8 100 6 20 -- -- 1,5	-- -- -- -- -- -- 240
5.	Инженер, работающий на установке для определения плотности металла	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С ⁰ . Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза вынужденная – до 50% времени смены. Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Вредное вещество (тетрабромэтан), кратность превышения ПДК. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по заданному плану с возможной коррекцией.	20...22 -- < 0,3 1 3 -- 8 40 1,3 --	420 420 420 420 240 -- -- -- -- --
6.	Оператор стенда контроля выхлопных газов	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С ⁰ . Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм. ○ разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза несвободная – до 30% времени в наклонном положении до 30 ⁰ Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Число важных объектов наблюдения. Вибрация, кратность превышения ПДУ, дБ. Монотонность: ○ число приемов операции ○ длительность повторяющихся операций, с. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану с возможностью коррекции. Токсическое вещество, кратность превышения ПДК.	24...26 -- > 1 5 8 -- -- 8 30 5 4 3 40 -- -- 3	420 420 420 420 360 -- -- -- -- 320 -- -- -- -- 180

7.	Оператор при работе с электронным микроскопом	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С°. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Статическая физическая нагрузка на две руки, Н·с. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза свободная. Масса перемещаемых грузов. Работа в утреннюю смену. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Отсутствие обоснованного режима труда и отдыха. Нервно-эмоциональная нагрузка обусловлена тревогой за безопасность другого человека.	24...26 -- 0,5 3 $5,0 \cdot 10^5$ -- -- до 5 кг -- 3 60 -- -- --	420 420 420 420 200 -- -- -- -- -- -- -- --
8.	Инженер – исследователь, работающий на осциллографе	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С°. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа РМ стационарное, поза несвободная – до 50% времени в наклонном положении. Масса перемещаемых грузов. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Число важных объектов наблюдения. Число движений пальцев в час. Монотонность: ○ число приемов в операции ○ длительность повторяющихся операций, с. Отсутствие необоснованного режима труда и отдыха. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану.	29 -- 0,45 3 2 -- до 5 кг -- 6 60 5 300 8 60 -- -- --	420 420 420 420 360 -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
9.	Оператор вакуумной установки	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С°. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза свободная. Ходьба без груза на расстояние. Работа в утреннюю смену. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки и гим-	21...22 -- 0,5 3 2 -- до 4 км -- 8 20 -- --	420 420 420 420 -- 240 -- -- -- -- -- --

		настилки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану при дефиците времени и контакта с другими людьми.	--	--
10.	Инженер на установке ультразвуковой дефектоскопии	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С ⁰ . Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Промышленная пыль, кратность превышения ПДК. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза несвободная – до 10% времени в наклонном положении до 30 ⁰ . Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Число важных объектов наблюдения. Число движений пальцев в час. Монотонность: ○ число приемов в операции ○ длительность повторяющихся операций, с. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по заданному плану.	23 -- 1 4 1,3 10 -- -- 8 20 2 100 6 45 -- --	480 420 420 420 420 120 360 -- -- -- -- -- -- -- --
11.	Контролер опτικο-волоконистых жгутов	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С ⁰ . Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза свободная. Масса перемещаемых грузов. Работа в утреннюю смену. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Обоснованный режим труда и отдыха с применением функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану.	18...20 -- < 0,3 2 6 -- до 5 кг 8 30 -- --	420 420 420 420 240 -- -- -- -- -- --
12.	Оператор стенда КИП	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С ⁰ . Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза несвободная – до 20% времени в наклонном положении. Масса перемещаемых грузов.	21...22 -- < 0,3 2 3 -- до 5 кг	420 420 420 420 360 -- --

		Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Число важных объектов наблюдений. Число движений пальцев в час. Монотонность: ○ число приемов в операции ○ длительность повторяющихся операций, с. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану.	-- 8 70 2 260 3 20 -- --	-- -- -- -- -- -- --
13.	Оператор станда контроля печатных плат	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С°. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза свободная. Масса перемещаемых грузов. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Обоснованный режим труда и отдыха с применением функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану. Токсическое вещество (пары свинца), кратность превышения ПДК.	25 -- 0,3...0,5 3 0,9 -- до 5 кг -- 6 6 -- -- 2,2	420 420 420 420 240 -- -- -- -- -- 420
14.	Оператор дисплея автоматической линии по производству изделий пластическим деформированием	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С°. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза несвободная – до 20% времени в наклонном положении до 30°. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Число важных объектов наблюдения. Число движений пальцев в час. Монотонность: ○ число приемов в операции ○ длительность повторяющихся операций, с. Обоснованный режим труда и отдыха с применением функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану.	19...20 -- 0,5 3 0,8 -- -- 4 40 8 100 6 20 -- --	420 420 420 420 320 -- -- -- -- -- -- -- --

		Промышленная пыль, превышение ПДК.	2	420
15.	Техник, работающий для определения механических свойств изделий	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С⁰. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза вынужденная – до 50% от продолжительности смены. Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Вредное вещество (тетрабромэтан), кратность превышения ПДК. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по заданному плану с возможной коррекцией.	24...26 -- <0,3 1 3 -- -- 8 -- -- 1,3 --	320 420 420 420 -- -- -- 120 --
16.	Оператор стенда контроля авиационных двигателей	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С⁰. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза несвободная – до 20% времени в наклонном положении до 30⁰. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Число важных объектов наблюдения. Вибрация, превышение ПДУ, дБ. Число движений пальцев в час. Монотонность: ○ число приемов в операции ○ длительность повторяющихся операций, с. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану с возможностью коррекции. Токсическое вещество, кратность превышения ПДК.	26...28 -- >1 5 6 -- -- 8 30 5 4 100 3 31 -- -- -- 2	420 480 480 480 320 -- -- -- -- -- -- -- -- -- 180
17.	Мастер по ремонту контрольно-измерительных приборов	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С⁰. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Статическая физическая нагрузка на две руки, Н·с. РМ стационарное, поза несвободная. Масса перемещаемых грузов. Работа в утреннюю смену. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения,	24...26 -- 1 5 2,0 x 10⁵ -- до 5 кг -- 8 90	420 480 480 480 320 -- -- -- -- --

		% от продолжительности рабочей смены. Отсутствие обоснованного режима труда и отдыха. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану.	-- --	-- --
18.	Инженер – исследователь в центральной заводской лаборатории	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С ⁰ . Освещенность РМ на уровне санитарных норм: - размер объекта, мм - разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза несвободная – до 50% времени в наклонном положении. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Число важных объектов наблюдения. Число движений пальцев в час. Монотонность: - число приемов в операции - длительность повторяющихся операций, с. Отсутствие обоснованного режима труда и отдыха. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану.	26 -- 0,45 3 6 -- -- < 6 60 5 100 6 60 -- --	480 420 420 420 120 -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
19.	Оператор установки контроля давления в системе	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С ⁰ . Освещенность РМ на уровне санитарных норм: - размер объекта, мм - разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза свободная. Ходьба без груза на расстояние. Работа в утреннюю смену. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану при дефиците времени и контакта с другими людьми.	21...22 -- 0,5 3 2 -- до 4 км -- 8 20 -- --	420 420 420 420 120 -- -- -- -- -- -- --
20.	Инженер установки неразрушающего контроля изделий	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С ⁰ . Промышленная пыль, кратность превышения ПДК. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза несвободная – до 30 % времени в наклонном положении. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения,	25 2 10 -- -- 8 20	480 120 180 -- -- -- --

		% от продолжительности рабочей смены. Число важных объектов наблюдения. Число движений пальцев в час. Монотонность: ○ число приемов в операции ○ длительность повторяющихся операций, с. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану.	2 100 6 45 -- --	-- -- -- -- -- --
21.	Сотрудник вычислительного центра	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С ⁰ . Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза свободная. Работа в утреннюю смену. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Обоснованный режим труда и отдыха с применением функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану и общения с людьми.	18...20 -- <0,3 2 3 -- -- 4 90 -- -- --	420 420 420 420 360 -- -- -- -- -- --
22.	Оператор на ВЦ	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С ⁰ . Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза несвободная – до 20% в наклонном положении до 30 ⁰ . Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Число важных объектов наблюдения. Число движений пальцев в час. Монотонность: ○ число приемов в операции ○ длительность повторяющихся операций, с. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану.	21...22 -- < 0,3 2 1 -- -- 8 70 2 1000 3 20 -- --	420 420 420 420 240 -- -- -- -- -- -- -- --
23.	Электро - радиомонтажник	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С ⁰ . Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной	25 -- 0,5 3	420 420 -- --

		работы. РМ стационарное, поза свободная. Масса перемещаемых грузов. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Обоснованный режим труда и отдыха с применением функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану. Токсическое вещество (пары свинца), кратность превышения ПДК.	-- до 1 кг -- 6 90 -- -- 2,2	-- -- -- -- -- -- 360
24.	Оператор дисплея в промышленном производстве	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С°. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза несвободная – до 20% времени в наклонном положении до 30°. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Число важных объектов наблюдения. Число движений пальцев в час. Вредное вещество (тетрабромэтан), кратность превышения ПДК. Монотонность: ○ число приемов в операции ○ длительность повторяющихся операций, с. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану. Промышленная пыль, кратность превышения ПДК.	19...20 -- < 0,3 2 0,8 -- -- 4 50 8 100 1,3 6 20 -- -- -- 2	420 420 420 420 320 -- -- -- -- -- -- 120 -- -- -- -- 240
25.	Инженер, работающий в центральной заводской лаборатории металлургического завода	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С°. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза вынужденная – до 50% от продолжительности смены. Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены Вредное вещество (тетрабромэтан), кратность превышения ПДК. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по заданному	20...22 -- <0,3 1 3 -- -- 4 50 1,4 --	480 420 -- -- 420 -- -- -- -- 120 --

		плану с возможной коррекцией.		
26.	Оператор стенда контроля автомобильных двигателей	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С⁰. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза несвободная – до 30% времени в наклонном положении до 30⁰ Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Число важных объектов наблюдения. Монотонность: ○ число приемов в операции ○ длительность повторяющихся операций, с. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану с возможностью коррекции. Токсическое вещество, кратность превышения ПДК.	24...26 -- 1 5 8 -- -- 8 30 5 3 40 -- -- -- 3	420 480 480 480 240 -- -- -- -- 320 -- -- -- -- 180
27.	Контролер продукции	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С⁰. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. Статическая физическая нагрузка на две руки, Н·с. РМ стационарное, поза несвободная. Масса перемещаемых грузов. Работа в утреннюю смену. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Отсутствие обоснованного режима труда и отдыха. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по заданному графику с возможностью коррекции.	24...26 -- 1 5 3 10⁵ -- до 5 кг -- 5 70 -- -- --	420 480 480 480 420 180 -- -- -- -- -- --
28.	Контролер качества подшипниковых колец	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С⁰. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза несвободная – до 50% времени в наклонном положении. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены.	26 -- <0,3 1 6 -- -- 8 90	420 480 480 480 360 -- -- -- --

		Число важных объектов наблюдения. Число движений пальцев в час. Монотонность: ○ число приемов в операции ○ длительность повторяющихся операций, с. Отсутствие обоснованного режима труда и отдыха. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану.	4 100 8 60 -- —	-- -- -- -- -- —
29.	Оператор тепло - измерительных систем	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С°. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза свободная. Ходьба без груза на расстояние. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану при дефиците времени.	21...22 -- 0, 4 3 2 -- до 4 км -- 8 20 -- -- --	420 420 420 420 340 -- -- -- -- -- -- --
30.	Лаборант на заводе	Температура воздуха на РМ в теплый период года, С°. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: ○ размер объекта, мм ○ разряд зрительной работы. Промышленная пыль, кратность превышения ПДК. Превышение допустимого уровня звука, дБа. РМ стационарное, поза несвободная – до 10% времени в наклонном положении. Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены. Число важных объектов наблюдения. Число движений пальцев в час. Монотонность: ○ число приемов в операции ○ длительность повторяющихся операций, с. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по заданному плану.	26 -- 1 5 6 10 -- -- 8 20 2 100 6 45 -- —	480 420 420 420 -- -- -- -- -- -- -- -- -- --

5. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «РАСЧЕТ ИНТЕГРАЛЬНОЙ БАЛЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ТЯЖЕСТИ ТРУДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ»

1. Исходные данные:

№ варианта, наименование рабочего места (РМ)	№№ п/п	Факторы рабочей среды	Величина рабочих показателей	Продолжительность действия фактора, мин
Оператор при работе с электронным микроскопом	1.	Температура воздуха на РМ в помещении в тёплый период года, °С.	21-22	420
	2.	Освещенность РМ на уровне санитарных норм Размер объекта, мм Разряд зрительной работы	- 0,2 I	360
	3.	Статистическая физическая нагрузка в течении смены на две руки, Н·с	$50 \cdot 10^4$	320
	4.	РМ стационарное, поза несвободная, до 20% времени в наклонном положении.	-	-
	5.	Работа в утреннюю смену.	-	-
	6.	Продолжительность непрерывной работы в течение 10 часов	-	-
	7.	Длительность сосредоточенного наблюдения от времени рабочей смены, %	90	-
	8.	Число важных объектов наблюдения	3	-
	9.	Число приёмов в операции	6	-
	10.	Отсутствие обоснованного режима труда и отдыха	-	-
	11.	Нервно-эмоциональная нагрузка возникает за безопасность другого человека	-	-

2. Цель работы: определить интегральную балльную оценку тяжести и напряженности труда оператора при работе с электронным микроскопом.

3. Ход работы:

1. Комплексную оценку факторов рабочей среды проводят на основе методики физиологической классификации тяжести работ.

Тяжесть труда – характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие жизнедеятельность

Тяжесть труда характеризуется: физической динамической нагрузкой, массой поднимаемого и перемещаемого груза, общим числом стереотипных рабочих движений, величиной статической нагрузки, формой рабочей позы, степенью наклона корпуса, перемещениями в пространстве.

Напряженность труда - характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника.

К факторам, характеризующим напряженность труда, относятся: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы.

Принципы классификации условий труда:

Оптимальные условия труда (1 класс) – такие условия, при которых сохраняются здоровье работающих и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Оптимальные нормативы производственных факторов установлены для микроклиматических параметров и факторов трудового процесса. Для других факторов условно за оптимальные принимаются такие условия труда, при которых неблагоприятные факторы отсутствуют либо не превышают уровни, принятые в качестве безопасных для населения.

Допустимые условия труда (2 класс) характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не должны оказывать неблагоприятного действия в ближайшем и отдаленном периоде на состояние здоровья работающих и их потомство. Допустимые условия труда относят к безопасным.

Вредные условия труда (3 класс) характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное воздействие на организм

работающего и/или его потомство. По степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих подразделяются 4 степени вредности:

— 1 степень 3 класса (3.1) – условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном, чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья;

— 2 степень 3 класса (3.2) – уровни вредных факторов, вызывающих стойкие функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к увеличению производственно обусловленной заболеваемости (что проявляется повышением уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности и, в первую очередь, теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых органов и систем для данных вредных факторов), появлению начальных признаков или легких (без потери профессиональной трудоспособности) форм профессиональных заболеваний, возникающих после продолжительной экспозиции часто после 15 лет и более);

— 3 степень 3 класса (3.3.) – условия труда, характеризующиеся такими уровнями вредных факторов, воздействия которых приводит к развитию, как правило, профессиональных болезней легкой и средней степени тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, росту хронической (производственно-обусловленной) патологии, включая повышенные уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности;

— 4 степень 3 класса (3.4) – условия труда, при которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности), отмечая значительный рост числа хронических заболеваний и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности;

Опасные (экстремальные) условия труда (4 класс) характеризуются уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в т.ч. и тяжелых форм.

2. Данные для расчета интегральной балльной оценки тяжести труда:

Факторы рабочей среды	Величина показателя	Балл фактора	Продолжительность действия фактора, мин	Удельный вес действия фактора в течение рабочей смены ($T_f=480$ мин)	Оценка удельной тяжести фактора рабочей среды
1.	2.	3.	4.	5.	6.
Температура воздуха на РМ в помещении в тёплый период года, °С.	21-22	2	420	0.9	1.75
Освещенность РМ на уровне санитарных норм					
Размер объекта, мм	0.2	2	360	1,5	1,5
Разряд зрительной работы	I	3	360	2,25	2,25
Статистическая физическая нагрузка в течении смены на две руки, Н·с	$5 \cdot 10^4$	2	320	0.6	1.3
РМ стационарное, поза не свободная, до 20% времени в наклонном положении.	-	3	-	-	3
Работа в утреннюю смену.	-	1	-	-	1
Продолжительность непрерывной работы в течении 10 часов	-	3	-	-	3
Длительность сосредоточенного наблюдения от времени рабочей смены, %	90	4	-	-	4
Число важных объектов наблюдения	3	1	-	-	1

Число приёмов в операции	6	2	-	-	2
Отсутствие обоснованного режима труда и отдыха	-	3	-	-	3
Нервно-эмоциональная нагрузка возникает за безопасность другого человека	-	5	-	-	5
$\sum X_{\phi i}$					23,8

3. Интегральная балльная оценка тяжести труда определяется по формуле (9.1.):

$$U_T = X_{\max} + \frac{6 - X_{\max}}{6(N - 1)} \sum_{i=1}^n X_i,$$

где $X_{\max}$ – наивысшая из полученных частных балльных оценок; X_i – балльная оценка по i -му из учитываемых факторов; n – число учитываемых факторов без учета одного фактора $X_{\max}$; N – общее количество факторов.

Формула справедлива, если каждый из учитываемых факторов действует в течение всего рабочего дня, если какой-либо из факторов действует эпизодически, то его фактическая оценка определяется по формуле (10.2.):

$$X_{\phi i} = X_i \cdot t_{\gamma\phi},$$

где $t_{\gamma\phi}$ – удельный вес времени действия i -го фактора в общей продолжительности рабочего дня.

В нашем случае формула (9.2.) примет вид:

$$\sum X_{\phi i} = 23,8$$

В нашем случае формула (9.1.) примет вид:

$$U_T = 5 + \frac{6 - 5}{6(11 - 1)} \cdot 23,8 = 5,4$$

4. Категория тяжести выполняемых работ:

Категория тяжести	1	2	3	4	5	6
Интегральная балльная оценка	До 1.8	1.9-3.3	3.4-4.5	4.6-5.3	5.3-5.9	6.0 и более

В нашем случае категория тяжести выполнения работ – 5. Льготы и компенсации по условиям тяжести труда на рабочем месте:

- размер доплат к тарифной ставке (окладу) 12%;
- суммарное время перерывов на отдых 12% от смены;
- дополнительный отпуск 6 дней.

ЛИТЕРАТУРА

И. Гетия И.Г., Леонтьева И.Н., Шумилин В.К. Методические указания по проведения практического занятия по дисциплине “Безопасность жизнедеятельности” на тему: Определение интегральной балльной оценки тяжести труда на рабочем месте. -М.:МГАПИ, 2002.

Х. СОКРАЩЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ТРУДА И БЫТА.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

Используемые в тексте данной лабораторной работы понятия несут следующую смысловую нагрузку:

- неблагоприятные условия труда - условия труда, отягощенные вредными и опасными факторами производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса;
- ущерб здоровью - нарушения целостности организма или профессиональные заболевания, а также эффекты в виде генетических изменений, нарушений репродуктивной функции, снижения психической устойчивости;
- сокращение продолжительности жизни (СПЖ) - предположительное время сокращения продолжительности жизни в сутках конкретного человека на момент расчета в зависимости от условий его труда и быта;
- риск - вероятность реализации негативного воздействия (травма, гибель) в зоне пребывания человека.

При суточной миграции человека во вредных условиях жизненного пространства суммарная оценка ущерба здоровью может быть определена через подсчет времени сокращения продолжительности жизни в сутках по приближенной формуле:

$$\text{СПЖ} = \text{СПЖ}_{\Sigma_{\text{пр}}} + \text{СПЖ}_{\text{г}} + \text{СПЖ}_{\text{б}}, \quad (10.1.)$$

где $\text{СПЖ}_{\text{пр}}$, $\text{СПЖ}_{\text{г}}$, $\text{СПЖ}_{\text{б}}$ – сокращения продолжительности жизни при пребывании, соответственно, в условиях производства, города и быта (сут.).

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА.

Расчет снижения продолжительности жизни осуществляется:

1. По фактору неблагоприятных условий производства:

$$\text{СПЖ}_{\text{пр}} = (K_{\text{пр}} + K_{\text{т}} + K_{\text{н}}) \cdot (T - T_{\text{н}}), \quad (10.2.)$$

где $K_{\text{пр}}$, $K_{\text{т}}$, $K_{\text{н}}$ – ущерб здоровью на основании оценки класса условий производства, тяжести и напряженности труда, сут/год (табл. 10.2. и 10.3.); T – возраст человека, год; $T_{\text{н}}$ – возраст начала трудовой деятельности;

2. По фактору неблагоприятных жилищных бытовых условий и загрязненного воздуха в городе:

$$\text{СПЖ}_{\text{б, г}} = (K_{\text{б}} + K_{\text{г}}) \cdot T, \quad (10.3.)$$

где $K_{\text{б}}$, $K_{\text{г}}$ – скрытый ущерб здоровью в условиях бытовой и городской среды, сут/год (табл. 10.4.);

3. По факту курения с учетом сомножителя ($n/20$):

$$\text{СПЖ}_{\text{б (курение)}} = K_{\text{б к}} \cdot T_{\text{к}} \cdot (n/20), \quad (10.4.)$$

где n – количество выкуриваемых сигарет в день;

$T_{\text{к}}$ – стаж курильщика;

4. По фактору езды в общественном транспорте

$$\text{СПЖ}_{\text{г (транспорт)}} = K_{\text{г т}} \cdot T_{\text{т}}, \quad (10.5.)$$

где $T_{\text{т}}$ – количество лет езды на работу в общественном транспорте; t – суммарное количество часов, затрачиваемое человеком ежедневно на проезд домой и на работу в оба конца.

Расчет носит вероятностный характер и позволяет оценить влияние наиболее весомых факторов, характеризующих качество жизни конкретного человека.

2.1. КЛАССИФИКАЦИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА ПО СТЕПЕНИ ВРЕДНОСТИ И ОПАСНОСТИ

Условия труда подразделяются на 4 класса: *оптимальные, допустимые, вредные и опасные*.

Оптимальные условия труда (1 класс) - такие условия, при которых сохраняется здоровье работающих и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности.

Допустимые условия труда (2 класс), при которых факторы не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время отдыха или к началу следующей смены.

Вредные условия труда (3 класс) характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное действие на организм работающего и/или его потомство.

Вредные условия труда по степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих подразделяются на 4 степени вредности:

1 степень 3 класса (3.1) - условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают *функциональные изменения, восстанавливающиеся* при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами;

2 степень 3 класса (3.2.) - уровни вредных факторов, вызывающие *стойкие функциональные изменения*, приводящие к появлению начальных признаков профессиональных заболеваний, возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 и более лет);

3 степень 3 класса (3.3.) - условия труда, характеризующиеся такими уровнями вредных факторов, воздействие которых приводит к развитию *профессиональных болезней легкой и средней степеней тяжести* с временной утратой трудоспособности;

4 степень 3 класса (3.4) - условия труда, при которых могут возникать *тяжелые формы профессиональных заболеваний*.

опасные (экстремальные) условия труда (4 класс) характеризуются уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в т.ч. и тяжелых форм.

Градации условий труда в зависимости от степени отклонения действующих факторов производственной среды и трудового процесса от гигиенических нормативов представлена в табл. 10.7 – 10.9.

Уровни вредных воздействий, реально возможные в условиях производства, не ограничиваются значениями, соответствующими классу 3.4. При более высоких значениях уровней вредных факторов их воздействие на человека может стать травмирующим класса 4. Пороговые значения таких уровней вредных факторов для класса 4 приведены в табл. 10.1.

Таблица 10.1. Пороговые значения уровней вредных факторов для класса 4

Вредные факторы	Значение уровня
Вредные вещества 1-2 класса опасности	> 20 ПДК
Вредные вещества, опасные для развития острого отравления	> 10 ПДК
Шум, дБА	Превышение ПДУ > 35
Вибрация локальная, дБ	Превышение ПДУ > 12
Вибрация общая, дБ	Превышение ПДУ > 24
Тепловое облучение	> 2800 Вт/м ²
Электрические поля промышленной частоты	> 40 ПДУ
Лазерное излучение	> 10 ³ ПДУ при однократном воздействии

Следует отметить, что работа в условиях труда 4 класса не допускается, за исключением ликвидации аварий и проведение экстренных работ для предупреждения аварийных ситуаций. При этом работы должны проводиться с применением средств индивидуальной защиты и при строгом соблюдении режимов проведения таких работ.

Нормативные значения вредных и опасных факторов приведены в справочной литературе.

2.2. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА.

Воздействие вредных факторов на здоровье человека определяется их уровнями, совокупностью факторов и длительностью пребывания человека в этих зонах (см. табл. 10.1. - 10.6.).

Шкала оценки ущерба здоровью с учетом влияния возможных сочетаний вредных факторов и их уровней, тяжести и напряженности трудового процесса на здоровье работающих (табл. 10.2. и 10.3.).

Таблица 10.2. Скрытый ущерб здоровью на основании общей оценки класса условий труда

№ п/п	Фактические условия труда	Класс условий труда	Ущерб, суток за год $K_{пр}$ (Кн)
1.	1 фактор класса 3.1.	3.1.	2,5
2.	2 фактора класса 3.1.	3.1.	3,75 +
3.	3 и более факторов класса 3.1.	3.2	5,1
4.	1 фактор класса 3.2.	3.2	8,75 +
5.	2 и более факторов класса 3.2	3.3	12,6
6.	1 фактор класса 3.3	3.3	18,75 +
7.	2 и более факторов класса 3.3	3.4	25
8.	1 фактор класса 3.4	3.4	50,0 +
9.	2 и более факторов класса 3.4	4	75,1
10.	Наличие факторов класса 4	4	75,1

Таблица 10.3. Скрытый ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса

№ п/п	Фактические условия труда	Класс условий труда	Ущерб, суток за год K_t
1.	Менее 3 факторов класса 2	2	-
2.	3 и более факторов класса 2	3.1	2,5
3.	1 фактор класса 3.1	3.1	3,75
4.	2 и более факторов класса 3.1	3.2	5.1
5.	1 фактор класса 3.2	3.2	8,75
6.	2 фактора класса 3.2	3.3	12.6
7.	Более 2 факторов класса 3.2	3.3	18,75

Методика количественной оценки ущерба здоровья при работе в неблагоприятных условиях труда включает следующие этапы:

1. Проводится оценка условий труда на рабочем месте по каждому негативному фактору, указанному в описании варианта, и устанавливается класс вредности условий труда (см. табл. 10.7. – 10.9);
2. Оценивается ущерб здоровью в виде сокращения продолжительности жизни $K_{пр}$ от класса условий труда на производстве по табл. 10.2;
3. При оценке ущерба здоровью только по показателю тяжести трудового процесса используют данные табл. 10.3.;
4. При оценке ущерба здоровью только по показателю напряженности трудового процесса величину ущерба принимают по классу условий труда по данным табл. 10.2., указанным в графе со значком «+».
5. Учет влияния вредных факторов городской и бытовой сред на здоровье людей обычно проводится по упрощенным показателям, приведенным в табл. 10.4.

Таблица 10.4. Скрытый ущерб здоровью по вредным факторам городской (K_g) и бытовой (K_b) среды, сутки/год

Факторы городской среды	K_g
Загрязнение воздуха в крупных городах	5
Езда в часы «пик» в общественном транспорте ежедневно в течение 1 часа	2
Факторы бытовой среды	K_b
Проживание в неблагоприятных жилищных условиях	7
Курение по 20 сигарет в день	50

2.3. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТРАВМООПАСНЫХ ФАКТОРОВ НА ЧЕЛОВЕКА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ, ГОРОДСКИХ И БЫТОВЫХ УСЛОВИЯХ.

Вероятность травмирования человека в различных условиях его жизнедеятельности оценивается величиной индивидуального риска R .

При использовании статистических данных величину риска $1/(чел.год)$ определяют по формуле:

$$R = N_{тр} / N_o, \quad (10.6.)$$

где $N_{тр}$ - число травм за год; N_o - численность работавших в тот же период.

Травмоопасность различных производств и отраслей показателями частоты травматизма $K_{ч}$ и $K_{си}$ оценивают по формулам:

$$K_{ч} = (N_{тр} / N_o) 1000 \quad (10.7.)$$

$$K_{си} = (N_{си} / N_o) 1000, \quad (10.8.)$$

где $K_{ч}$ - показатель частоты травматизма, а $K_{си}$ - показатель травматизма со смертельным исходом, приходящиеся на 1000 работающих; $N_{си}$ - число травм со смертельным исходом за год.

Нетрудно видеть, что при известных $K_{ч}$ и $K_{си}$ риски получить травму $R_{тр}$ или погибнуть на производстве $R_{си}$ будут определяться по формулам:

$$R_{тр} = K_{ч} / 1000 \quad (8) \quad (10.9)$$

$$R_{си} = K_{си} / 1000 \quad (9) \quad (10.10)$$

По данным за 2005 г. показатели $K_{ч}$ и $K_{си}$ в различных отраслях экономики и по отдельным профессиям сведены в таблицу 10.5.

Таблица 10.5. Показатели $K_{ч}$ и $K_{си}$ в различных отраслях экономики и по отдельным профессиям

Отрасль, профессия	$K_{ч}$	$K_{си}$
По всем отраслям	5,0	0,15
Промышленность (в среднем)	5,5	0,133
Электроэнергетика	1,7	0,131
Электрические сети	2	0,211
Тепловые сети	3	0,132
Нефтепереработка	1,6	0,058
Химическая промышленность	3,1	0,104
Угольная промышленность	25,3	0,406
Черная металлургия	3,6	0,146
Цветная металлургия	4,5	0,216
Приборостроение	3,1	0,061
Автомобильная промышленность	4,6	0,069
Лесозаготовка	21,2	0,479
Лесопильное производство	16,7	0,246
Пищевая промышленность	6,0	0,122
Пивоварное производство	7,0	0,185

Продолжение табл. 10.5

Спиртовая промышленность	2,3	0,029
Мясная и молочная промышленность	7,4	0,079
Сельское хозяйство	8,3	0,216
Транспорт	3,6	0,162
Железнодорожный	1,3	0,111
Водный	5,0	0,345
Авиационный	2,5	0,264
Строительство	5,3	0,312
Коммунальное хозяйство	3,2	0,037
Здравоохранение	2	0,009
Водитель	-	0,32
Электросварщик	-	0,20
Газосварщик	-	0,21
Грузчик	-	0,18
Слесарь	-	0,11
Крановщик	-	0,14

Риск принудительной гибели людей в непроизводственных условиях R_B, R_G можно приближенно оценивать, пользуясь данными, приведенными ниже:

Таблица 10.6. Риск принудительной гибели людей в непроизводственных условиях

Причина	Риск гибели человека
Автокатастрофа	$2,5 \cdot 10^{-4}$
Авиакатастрофа	$1 \cdot 10^{-5}$
Электротравма	$6 \cdot 10^{-6}$
Падение человека	$1 \cdot 10^{-4}$
Падение предметов на человека	$6 \cdot 10^{-6}$
Воздействие пламени	$4 \cdot 10^{-5}$
Утопление	$3 \cdot 10^{-5}$
Авария на АЭС (на границе территории АЭС)	$5 \cdot 10^{-7}$
Природные явления (молнии, ураганы и пр.)	$10^{-6} - 10^{-7}$

Вычисление вероятности гибели человека в цепи несовместимых событий производится по формуле

$$R = \sum_{i=1}^n R_i, \quad (10.11)$$

где R_i - вероятность индивидуального события; R - суммарный риск от n последовательных событий.

3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

3.1. Внимательно изучите вариант задания, выданный Вам преподавателем (табл. 10.10)

3.2. Определите класс условий труда в соответствии с заданием по таблицам 10.7-10.9

3.3. Проведите количественную оценку ущерба здоровью при работе в неблагоприятных условиях труда по табл. 10.2. и 10.3, а также жизни в городе и в быту по табл. 10.4.

3.4. Оцените риск получения травмы $R_{тр}$ или риск гибели на производстве $R_{си}$, согласно формулам (10.8) и (10.9.), зная величины K_q и $K_{си}$ из табл. 10.5., а риск гибели в непроизводственных условиях R_B , R_r из табл. 10.6.

3.5. Сделайте выводы и предложите рекомендации по увеличению СПЖ и снижению риска $R_{тр}$ и $R_{си}$.

4. Градации условий труда в зависимости от степени отклонения действующих факторов производственной среды и трудового процесса от гигиенических нормативов:

Таблица 10.7. Классы условий труда в зависимости от условий труда (температура, пыль, шум, вибрации, тепловое излучение и освещение РМ)

	Класс условий труда					
Фактор рабочей среды	1 оптимальный	2 допустимый	3.1 вредный 1 степени	3.2 вредный 2 степени	3.3. вредный 3 степени	3.4. вредный 4 степени
Температура воздуха на рабочем месте, °С: теплый период холодный период	18...20 20...22	21...22 17...19	23...28 15...16	29...32 7...14	33...35 Ниже +7	>35 -
Токсичное вещество, кратность превышения ПДК, раз	-	≤ 1	1,0...2,5	2,6...4,0	4,0...6,0	>6
Промышленная пыль, кратность превышения ПДК, раз.	-	≤ 1,0	1...5	6...10	11...30	> 30
Вибрация, превышение ПДУ, дБ	Ниже ПДУ	На уровне ПДУ	1...3	4...6	7...9	> 9
Промышленный шум, превышение ПДУ, дБ	< 1	Равно ПДУ	1...5	6...10	> 10	> 10 с вибрацией
Ультразвук, превышение ПДУ, дБ	< 1	Равно ПДУ	1...5	6...10	11...20	> 20
Интенсивность теплового излучения, Вт/м ²	≤ 140	141...1000	1001-1500	1501-2000	2001...2500	>2500
Освещенность рабочего места, лк: Мин. объект различ., мм Разряд работы	> 1 5...9	1,0...0,3 3...4	< 0,3 1...2	> 0,5 4...9	< 0,5 1...3	- -

Таблица 10.8. Классы условий труда по показателям тяжести трудового процесса

	Классы условий труда			
Показатели тяжести трудового процесса			Вредный (тяжелый труд)	
	Оптимальный (легкая физическая нагрузка)	Допустимый (средняя физическая нагрузка)	1 степени	2 степени
1. Физическая динамическая нагрузка (единицы внешней механической работы за смену, кг • м)				
1.1. При региональной нагрузке (с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса) при перемещении груза на расстояние до 1 м: для мужчин для женщин	до 2 500 до 1 500	до 5 000 до 3 000	до 7 000 до 4 000	более 7000 более 4000
1.2. При общей нагрузке (с участием мышц рук, корпуса, ног):				
1.2.1. При перемещении груза на расстояние от 1 до 5 м для мужчин для женщин	до 12 500 до 7 500	до 25 000 до 15 000	до 35 000 до 25 000	более 35000 более 25000
1.2.2. При перемещении груза на расстояние более 5 м для мужчин для женщин	до 24 000 до 14 000	до 46 000 до 28 000	до 70 000 до 40 000	более 70000 более 40000
2. Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручну (кг)				
2.1. Подъем и перемещение (разовое) тяжести при чередовании с другой работой (до 2 раз в час): для мужчин для женщин	до 15 до 5	до 30 до 10	до 35 до 12	более 35 более 12
2.2. Подъем и перемещение (разовое) тяжести постоянно в течение рабочей смены: для мужчин для женщин	до 5 до 3	до 15 до 7	до 20 до 10	более 20 более 10
2.3. Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены:				
2.3.1. С рабочей поверхности для мужчин для женщин	до 250 до 100	до 870 до 350	до 1500 до 700	более 1500 более 700
2.3.2. С пола для мужчин для женщин	до 100 до 50	до 435 до 175	до 600 до 350	более 600 более 350
3. Стереотипные рабочие движения (количество за смену)				
3.1. При локальной нагрузке (с участием мышц кистей и пальцев рук)	до 20 000	до 40 000	до 60 000	более 60 000
3.2. 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
4. Статическая нагрузка - величина статической нагрузки за смену при удержании груза, приложении усилий (кгс - с)				
4.1. Одной рукой: для мужчин для женщин	до 18 000 до 11 000	до 36 000 до 22 000	до 70 000 до 42 000	более 70 000 более 42 000

Продолжение табл. 10.8

4.2. Двумя руками: для мужчин для женщин	до 36 000 до 22 000	до 70 000 до 42 000	до 140000 до 84 000	более 140000 более 84 000
4.3. С участием мышц корпуса и ног: для мужчин для женщин	до 43 000 до 26 000	до 100 000 до 60 000	до 200000 до 120 000	более 200000 более 120000
5. Рабочая поза				
5.1. Рабочая поза	Свободная, удобная поза, возможность смены рабочего положения тела (сидя, стоя). Нахождение в позе стоя до 40% времени смены.	Периодическое, до 25 % времени смены, нахождение в неудобной (работа с поворотом туловища, неудобным размещением конечностей и др.) и/или фиксированной позе (невозможность изменения взаимного положения различных частей тела относительно друг друга). Нахождение в позе стоя до 60 % времени смены.	Периодическое, до 50 % времени смены, нахождение в неудобной и/или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т. п.) до 25 % времени смены. Нахождение в позе стоя до 80 % времени смены.	Периодическое, более 50% времени смены нахождение в неудобной и/или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т. п.) более 25 % времени смены. Нахождение в позе стоя более 80 % времени смены.
6. Наклоны корпуса				
6.1. Наклоны корпуса (вынужденные более 30°), количество за смену	до 50	51 – 100	101 – 300	свыше 300
7. Перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом				
7.1. По горизонтали	до 4	до 8	до 12	более 12
7.2. По вертикали	до 1	до 2,5	до 5	более 5

Таблица 10.9. Классы условий труда по показателям напряженности трудового процесса

	Классы условий труда			
Показатели напряженности трудового процесса	Оптимальный (Напряженность труда легкой степени)	Допустимый (Напряженность труда средней степени)	Вредный (напряженный труд)	
			1 степени	2 степени
1. Интеллектуальные нагрузки:				
1.1. Содержание работы	Отсутствует необходимость принятия решения	Решение простых задач по инструкции	Решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам (работа по серии инструкций)	Эвристическая (творческая) деятельность, требующая решения алгоритма, единое руководство в сложных ситуациях

Продолжение табл. 10.9.

1.2. Восприятие сигналов (информации) и их оценка	Восприятие сигналов, но не требуется коррекция действий	Восприятие сигналов с последующей коррекцией действий и операций	Восприятие сигналов с последующим сопоставлением фактических значений параметров с их номинальными значениями. Заключительная оценка фактических значений параметров	Восприятие сигналов с последующей комплексной оценкой связанных параметров. Комплексная оценка всей производственной деятельности
1.3. Распределение функций по степени сложности задания	Обработка и выполнение задания	Обработка, выполнение задания и его проверка	Обработка, проверка и контроль за выполнением задания	Контроль и предварительная работа по распределению заданий другим лицам.
1.4. Характер выполняемой работы	Работа по индивидуальному плану	Работа по установленному графику с возможной его коррекцией по ходу деятельности	Работа в условиях дефицита времени	Работа в условиях дефицита времени и информации с повышенной ответственностью за конечный результат
2. Сенсорные нагрузки				
2.1. Длительность сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	до 25	26 – 50	51 – 75	более 75
2.2. Плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы	до 75	76 – 175	176 – 300	более 300
2.3. Число производственных объектов одновременного наблюдения	до 5	6 – 10	11 – 25	более 25
2.4. Размер объекта различения (при расстоянии от глаз работающего до объекта различения не более 0,5 м) в мм при длительности сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	более 5 мм - 100%	5 - 1,1 мм - более 50 %; 1 - 0,3 мм - до 50 %; менее 0,3 мм - до 25 %	1 - 0,3 мм - более 50 %; менее 0,3 мм - 26 - 50 %	менее 0,3 мм - более 50 %
2.5. Работа с оптическими приборами (микроскопы, лупы и т.п.) при длительности сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	до 25	26 – 50	51 – 75	более 75
2.6. Наблюдение за экранами видеотерминалов (часов в смену): при буквенно-цифровом типе отображения информации: при графическом типе отображения информации:	до 2	до 3	до 4	более 4
	до 3	до 5	до 6	более 6
2.7. Нагрузка на слуховой анализатор (при производственной необходимости восприятия речи или дифференцированных сигналов)	Разборчивость слов и сигналов от 100 до 90 %. Помехи отсутствуют	Разборчивость слов и сигналов от 90 до 70 %. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 3,5 м	Разборчивость слов и сигналов от 70 до 50 %. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 2 м	Разборчивость слов и сигналов менее 50 % Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 1,5 м

Продолжение табл. 10.9.

2.8. Нагрузка на головной аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю)	до 16	до 20	до 25	более 25
3. Эмоциональные нагрузки				
3.1. Степень ответственности за результат собственной деятельности. Значимость ошибки	Несет ответственность за выполнение отдельных элементов заданий. Влечет за собой дополнительные усилия в работе со стороны работника	Несет ответственность за функциональное качество вспомогательных работ (заданий). Влечет за собой дополнительные усилия со стороны высшего руководства (бригадира, мастера и т.п.)	Несет ответственность за функциональное качество основной работы (задания). Влечет за собой исправления за счет дополнительных усилий всего коллектива (группы, бригады и т.п.)	Несет ответственность за функциональное качество конечной продукции, работы, задания. Влечет за собой повреждение оборудования, остановку технологического процесса и может возникнуть опасность для жизни
3.2. Степень риска для собственной жизни	Исключена			Вероятна
3.3. Степень ответственности за безопасность других лиц	Исключена			Возможна
3.4. Количество конфликтных ситуаций, обусловленных профессиональной деятельностью, за смену	Отсутствуют	1 – 3	4 – 8	Более 8
4. Монотонность нагрузок				
4.1. Число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или в многократно повторяющихся операциях	более 10	9 – 6	5 – 3	менее 3
4.2. Продолжительность (в сек) выполнения простых заданий или повторяющихся операций	более 100	100 – 25	24 – 10	менее 10
4.3. Время активных действий (в % к продолжительности смены). В остальное время – наблюдение за ходом производственного процесса	20 и более	19 – 10	9 – 5	менее 5
4.4. Монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом техпроцесса в % от времени смены)	менее 75	76–80	81–90	более 90
5. Режим работы				
5.1. Фактическая продолжительность рабочего дня	6 – 7 ч	8 – 9 ч	10 – 12 ч	более 12 ч
5.2. Сменность работы	Односменная работа (без ночной смены)	Двухсменная работа (без ночной смены)	Трехсменная работа (работа в ночную смену)	Нерегулярная сменность с работой в ночное время
5.3. Наличие регламентированных перерывов и их продолжительность	Перерывы регламентированы, достаточной продолжительности: 7 % и более рабочего времени	Перерывы регламентированы, недостаточной продолжительности: от 3 до 7% рабочего времени	Перерывы не регламентированы и недостаточной продолжительности: до 3 % рабочего времени	Перерывы отсутствуют

5. Таблица 10.10. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «СОКРАЩЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ТРУДА И БЫТА»

Вариант 1

Определите величину сокращения продолжительности жизни (сут) и величину риска гибели мастера (инженера) участка виброуплотнения и термообработки стержневых смесей литейного цеха.

Условия на рабочем месте: Вентиляция в цехе работает не эффективно. Печи электрические, работают на частоте $3,0 \text{ МГц}$ с интенсивностью поля, превышающей нормы > 5 раз. Вибрация на рабочем месте мастера превышает допустимую на 12 дБ . Уровень шума превышает допустимый на 15 дБА . Напряженность электрической составляющей превышает предельно допустимый уровень в 3 раза, так как печь старая и отсутствует экранирование индуктора. Интенсивность теплового потока на рабочем месте $1,05 \text{ кВт/м}^2$ (норма $0,35 \text{ кВт/м}^2$). Запыленность алюминиевой, магниевой пылью (2 класс опасности), загазованность воздуха рабочей зоны парами аммиака, ацетона, окисью углерода (3 класс опасности) в среднем превышает ПДК в 7 раз.

Мастер живет за городом, куда добирается на электричке и автобусе в течение 1,5 часа. Дом его расположен около железнодорожного переезда и уровень инфразвука (ИЗ) от маневровых паровозов в доме в ночное время превышает ПДУ на 10 дБ. Ему 60 лет, из них 45 лет он курит и выкуривает в среднем по 12 сигарет в день.

Вариант 2

Определите величину сокращения продолжительности жизни (сут) и величину риска гибели инженера – разработчика, 56 лет, металлургического завода. Стаж работы – 26 лет. Время езды на общественном транспорте (метро, троллейбус) до места работы – 1 ч. Выкуривает 15 сигарет в день в течение 25 лет.

Условия на рабочем месте: Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм - < 3 ; разряд зрительной работы - 2. Превышение допустимого уровня звука, дБа -2. РМ стационарное, поза свободная. Масса перемещаемых грузов – до 5 кг. Продолжительность рабочего времени – 8 ч. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч -6. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 35. Обоснованный режим труда и отдыха с применением функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану.

Вариант 3.

Определите величину сокращения продолжительности жизни (сут) и величину риска гибели оператора ПЭВМ, 29 лет, лаборатории механического завода. Стаж работы – 5 лет. Время езды на общественном транспорте (маршрутное такси) до места работы – 0,6 ч. Выкуривает 20 сигарет в день в течение 12 лет.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, $^{\circ}\text{C}$ - 24. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм - < 3 ; разряд зрительной работы – 2. Превышение допустимого уровня звука, дБа -2. РМ стационарное, поза несвободная – до 20% времени в наклонном положении до 30° . Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч -8. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 70. Число важных объектов наблюдения – 2. Число движений пальцев в час – 2600. Монотонность: число приемов в операции – 3; длительность повторяющихся операций, с – 20. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану.

Вариант 4.

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели оператора стенда контроля авиационных двигателей – 60 лет. Работает с 40 лет. Курит с 17 лет по 15 сигарет в день. Живет за городом, ездит на работу на метро и троллейбусе - 2 часа.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, $^{\circ}\text{C}$ - 26-27. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм - > 1 ; разряд зрительной работы – 3. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 6. РМ стационарное, поза несвободная – до 20% времени в наклонном положении до 30° . Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 8. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 40. Число важных объектов наблюдения – 5. Вибрация, превышение ПДУ, дБ – 4. Число движений пальцев в час – 100. Монотонность: число приемов в операции - 3; длительность повторяющихся операций, с – 35. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану с возможностью коррекции. Токсическое вещество, кратность превышения ПДК – 2.

Вариант 5.

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели монтажника печатных плат, 45 лет, механического завода. Стаж работы – 25 лет. Добирается до работы пешком за 0,7 ч через ж/д пути, автомобильные переезды. Не курит.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 – 23. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – 0,5; разряд зрительной работы – 3. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 5. РМ стационарное, поза свободная. Масса перемещаемых грузов – до 5 кг. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 6. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 80. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану. Токсическое вещество (пары свинца) - кратность превышения ПДК -2,2. Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели монтажника печатных плат, 45 лет, механического завода. Стаж работы – 25 лет. Добирается до работы пешком за 0,7 ч через ж/д пути, автомобильные переезды. Не курит.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 – 23. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – 0,5; разряд зрительной работы – 3. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 5. РМ стационарное, поза свободная. Масса перемещаемых грузов – до 5 кг. Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 6. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 80. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану. Токсическое вещество (пары свинца) - кратность превышения ПДК -2,2.

Вариант 6.

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели сотрудника вычислительного центра, 47 лет. Работает с 23 лет. Курит с 25 лет по 20 сигарет в день. Живет далеко от ВЦ, добирается к месту работы на велосипеде за 1,6 часа.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 – 21. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм - <0,3; разряд зрительной работы – 2. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 5. РМ стационарное, поза свободная. Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 6. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 95. Обоснованный режим труда и отдыха с применением функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану и общения с людьми.

Вариант 7.

Оператор гибкого автоматизированного комплекса. Живет оператор в крупном городе, домой добирается на метро за 40 минут, курит по 10 сигарет в день в течение 30 лет. Определите величину сокращения продолжительности жизни (сут), а также величину риска гибели оператора, которому 48 лет.

Условия на рабочем месте: РМ оснащено компьютером буквенно-цифрового типа, на котором он работает более 4 час за смену, и пультом управления с большим числом контрольно-измерительных шкальных приборов. Оператор постоянно, с длительностью сосредоточенного наблюдения более 45% от времени смены, обрабатывает информацию, внося коррекцию 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. Работа 2-х сменная с ночной сменой. Продолжительность смены 10 часов. Помещение комплекса с пультом управления не имеет окон, в нем предусмотрена общеобменная вытяжная вентиляция.

Вариант 8.

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели инженера – исследователя в центральной заводской лаборатории, 45 лет. Стаж работы – 25 лет. Курит с 22 лет по 25 сигарет в ден. Живет за городом, в экологически чистом районе. Добирается к месту работы на велосипеде за 1,2 ч.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 – 25-26. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – 0,45; разряд зрительной работы – 3. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 10. РМ стационарное, поза несвободная – до 50% времени в наклонном положении. Работа в три смены.

Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 6.

Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 60. Число важных объектов наблюдения – 7. Число движений пальцев в час 120. Монотонность: число приемов в операции – 7; длительность повторяющихся операций, с – 60. Отсутствие обоснованного режима труда и отдыха. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану.

Вариант 9.

Определите величину сокращения продолжительности жизни (*сум*) и величину риска гибели 50-летнего инженера, поступившего работать мастером окрасочного цеха завода в 25 лет. Курит 25 лет по 20 сигарет в день.

Условия на рабочем месте:

Содержание в составе лакокрасочного аэрозоля токсичных веществ - стирола, фенола, формальдегида составляет 15 ПДК. Уровни шума при пневматической окраске превышают ПДУ на 26 дБА, освещенность в цехе из-за постоянного наличия лакокрасочного тумана составляет меньше $0,5 \cdot E_{\text{нор}}$; уровень статического электричества при окраске с помощью центробежной электростатической установки УЭРЦ - 1 составляет $< 5 \text{ ПДУ}$.

Степень ответственности за окончательный результат работы (боязнь остановки техпроцесса, возможность возникновения опасных ситуаций для жизни людей и др.). Дефицит времени по напряженности труда. Живет инженер в районе завода.

Вариант 10.

Определите величину сокращения продолжительности жизни (*сум*) и величину риска гибели 55-летнего инженера, работающего мастером на деревообрабатывающем заводе. Содержание в составе лакокрасочного аэрозоля токсичных веществ - стирола, фенола, формальдегида составляет 10 ПДК. Уровни шума при пневматической окраске превышают ПДУ на 25 дБА, освещенность в цехе из-за постоянного наличия лакокрасочного тумана составляет меньше $0,5 E_{\text{нор}}$; уровень статического электричества при окраске с помощью центробежной электростатической установки УЭРЦ - 1 составляет $< 3 \text{ ПДУ}$.

Степень ответственности за окончательный результат работы (боязнь остановки техпроцесса, возможность возникновения опасных ситуаций для жизни людей и др.). Дефицит времени по напряженности труда. Живет инженер далеко от завода и на дорогу на общественном транспорте (автобус) тратит 1,5 ч. Не курит.

Вариант 11.

Определите величину сокращения продолжительности жизни (*сум*) и величину риска гибели оператора дисплея автоматической линии по производству изделий механической обработкой, 34 года. Механический завод, цех. Стаж работы – 11 лет. Живет рядом с заводом, ходит пешком. Курит по 25 сигарет в день.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 – 19-20. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – 1; разряд зрительной работы – 4. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 5. РМ стационарное, поза несвободная – до 20% времени в наклонном положении до 30^0 . Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 4. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 45. Число важных объектов наблюдения – 8. Число движений пальцев в час – 120. Монотонность: число приемов в операции – 6; длительность повторяющихся операций, с – 20. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану. Промышленная пыль, кратность превышения ПДК – 1,5.

Вариант 12.

Определите величину сокращения продолжительности жизни (*сум*) и величину риска гибели оператора дисплея в промышленном производстве, 44 лет. Работает с 22 лет. Курит с 16 лет по 15 сигарет в день. Живет далеко от центра. Рядом находится автозаправочная станция. На работу ездит на маршрутном такси. Время в пути - 40 мин.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 -19-20. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм - $<0,3$; разряд зрительной работы – 2. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 2. РМ стационарное, поза несвободная – до 20% времени в наклонном положении до 30^0 . Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 6. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 60. Число важных объектов наблюдения – 6. Число движений пальцев в час – 100. Вредное вещество (тетрабром-

этан), кратность превышения ПДК – 1,3. Монотонность: число приемов в операции – 6; длительность повторяющихся операций, c – 20. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану. Промышленная пыль, кратность превышения ПДК – 3.

Вариант 13.

Определите величину сокращения продолжительности жизни маляра - женщины, которая окрашивает промышленные изделия с помощью краскопульта, весом 1,8 кгс, в течение 80% времени смены, т.е. 23040 сек, при этом она выполняет около 30 движений с большой амплитудой в минуту.

Живет работница 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 часа 15 мин. Она курит в течение уже 20 лет, в среднем по 15 сигарет в день, ей 55 лет, рабочий стаж 35.

Вариант 14.

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели инженера, работающего на установке для определения плотности металла, 36 лет. Живет за городом, добирается к месту работы на автобусе и троллейбусе – 1,2 ч. Курит 10 сигарет в день в течение 15 лет. Стаж работы – 13 лет.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 – 22. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм < 0,3; разряд зрительной работы – 1. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 3. РМ стационарное, поза вынужденная – до 50% времени смены. Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 5. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 40. Вредное вещество (тетрабромэтан), кратность превышения ПДК – 1,3. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по заданному плану с возможной коррекцией.

Вариант 15.

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели оператора стенда контроля выхлопных газов автобазы, 38 лет. Живет недалеко от работы, по маршруту движения – оживленная автомагистраль.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 – 27. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм > 1; разряд зрительной работы – 2. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 15. РМ стационарное, поза несвободная – до 30% времени в наклонном положении до 30^0 . Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 8. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 30. Число важных объектов наблюдения – 3. Вибрация, кратность превышения ПДУ, дБ – 5. Монотонность: число приемов операции – 3; длительность повторяющихся операций, c – 45. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану с возможностью коррекции. Токсическое вещество ПДК – 3.

Вариант 16.

Определите величину сокращения продолжительности жизни оператора при работе с электронным микроскопом, 64 года. Стаж работы 40 лет. Курит 10 сигарет в день в течение 35 лет. Живет в экологически чистом районе, недалеко от места работы. Ходит пешком.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 – 24-25. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – 0,5; разряд зрительной работы – 3. Статическая физическая нагрузка на две руки, $H*c$ – 5×10^5 . РМ стационарное, поза свободная. Работа в утреннюю смену. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 4. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 65. Отсутствие обоснованного режима труда и отдыха. Нервно-эмоциональная нагрузка обусловлена тревогой за безопасность другого человека.

Вариант 17.

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели оператора вакуумной установки, 58 лет. Стаж работы 38 лет. Не курит, живет в экологически неблагоприятном районе, далеко от работы. На дорогу затрачивает 1,3 часа. Вид транспорта – собственный автомобиль. Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 – 24. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – 0,5; разряд зрительной работы – 3. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 2. РМ стационарное, поза свободная. Ходьба без груза на расстояние – до 3

км. Работа в утреннюю смену. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, τ – 8. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 25. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану при дефиците времени и контакта с другими людьми.

Вариант 18.

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели инженера на установке ультразвуковой дефектоскопии, 45 лет. Стаж работы – 25 лет. Живет рядом с заводом, ходит пешком -35 мин, переходит через оживленную автомагистраль.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 – 24. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – 1; разряд зрительной работы – 4. Промышленная пыль, кратность превышения ПДК – 1,4. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 10. РМ стационарное, поза несвободная – до 10% времени в наклонном положении до 30^0 . Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, τ – 8. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 25. Число важных объектов наблюдения – 2. Число движений пальцев в час – 130. Монотонность: число приемов в операции – 6; длительность повторяющихся операций, с – 40. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по заданному плану.

Вариант 19.

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели оператора установки контроля давления в системе, 61 года. Работает с 20 лет. Не курит. Живет около завода в экологически неблагоприятном районе. На работу ходит пешком. Время движения – 25 мин.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 – 23. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – 0,5; разряд зрительной работы – 3. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 4. РМ стационарное, поза свободная. Ходьба без груза на расстояние до 5 км. Работа в утреннюю смену. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, τ – 8. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 25. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану при дефиците времени и контакта с другими людьми.

Вариант 20.

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели контролера оптоволоконных жгутов, 60 лет. Стаж работы – 40 лет. Курит по 20 сигарет в течение 25 лет. Тратит на дорогу 45 мин., ездит на автобусе. Живет за городом.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 – 19. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – $<0,3$; разряд зрительной работы – 2. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 7. РМ стационарное, поза свободная. Масса перемещаемых грузов – до 5 кг. Работа в утреннюю смену. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, τ – 8. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 35. Обоснованный режим труда и отдыха с применением функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану.

Вариант 21.

Определите величину сокращения продолжительности жизни оператора станка КИП, 36 лет. Стаж работы – 16 лет. Курит по 15 сигарет на протяжении 20 лет. Живет за городом, ездит на собственном автомобиле к месту работы, затрачивая на дорогу 40 мин.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 – 22. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – $<0,3$; разряд зрительной работы – 2. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 3. РМ стационарное, поза несвободная – до 20% времени в наклонном положении. Масса перемещаемых грузов – до 5 кг. Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, τ – 8. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 70. Число важных объектов наблюдений – 3. Число движений пальцев в час – 260. Монотонность: число приемов в операции – 3; длительность повторяющихся операций, с – 20. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану.

Вариант 22.

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели техника, работающего для определения механических свойств изделий, 57 лет. Стаж работы 37 лет. Курит по 25 сигарет в день с 17 лет. Живет рядом с заводом, доходит к месту работы за 25 мин, переходит через ж/д пути и оживленную автотрассу.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 – 25-26. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм - $<0,3$; разряд зрительной работы – 1. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 3. РМ стационарное, поза вынужденная – до 50% от продолжительности смены. Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 8. Вредное вещество (тетрабромэтан), кратность превышения ПДК – 1,3. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по заданному плану с возможной коррекцией.

Вариант 23.

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели оператора станда контроля авиационных двигателей – 58 лет. Работает с 22 лет. Курит с 19 лет по 20 сигарет в день. Живет за городом, ездит на работу на метро и троллейбусе - 1,2 часа.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 - 26-27. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм - >1 ; разряд зрительной работы – 3. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 6. РМ стационарное, поза несвободная – до 20% времени в наклонном положении до 30^0 . Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 8. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 40. Число важных объектов наблюдения – 5. Вибрация, превышение ПДУ, дБ – 4. Число движений пальцев в час – 100. Монотонность: число приемов в операции - 3; длительность повторяющихся операций, с – 35. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану с возможностью коррекции. Токсическое вещество, кратность превышения ПДК – 2.

Вариант 24.

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели инженера – исследователя в центральной заводской лаборатории, 55 лет. Стаж работы – 30 лет. Не курит, живет за городом, в экологически чистом районе. Добирается к месту работы на общественном транспорте за 1,4 ч. Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 – 25-26. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – 0,45; разряд зрительной работы – 3. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 10. РМ стационарное, поза несвободная – до 50% времени в наклонном положении. Работа в три смены.

Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 6.

Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 60. Число важных объектов наблюдения – 7. Число движений пальцев в час 120. Монотонность: число приемов в операции - 7; длительность повторяющихся операций, с - 60. Отсутствие обоснованного режима труда и отдыха. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану.

Вариант 25.

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели оператора установки контроля давления в системе, 61 года. Работает с 20 лет. Не курит. Живет около завода в экологически неблагоприятном районе. На работу ходит пешком. Время движения – 25 мин.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 – 23. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – 0,5; разряд зрительной работы – 3. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 4. РМ стационарное, поза свободная. Ходьба без груза на расстояние до 5 км. Работа в утреннюю смену. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 8. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 25. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану при дефиците времени и контакта с другими людьми.

Вариант 26.

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели сотрудника вычислительного центра, 33 лет. Работает с 23 лет. Курит с 15 лет по 20 сигарет в день. Живет недалеко от ВЦ, добирается к месту работы на велосипеде за 15 минут.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 – 20. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм - $<0,3$; разряд зрительной работы – 2. Превышение

допустимого уровня звука, дБa – 5. РМ стационарное, поза свободная. Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 6. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 95. Обоснованный режим труда и отдыха с применением функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану и общения с людьми.

Вариант 27.

Определите величину сокращения продолжительности жизни оператора при работе с электронным микроскопом, 56 лет. Стаж работы 30 лет. Курит по 25 сигарет в день в течение 35 лет. Живет в экологически неблагоприятном районе, далеко от места работы. Добирается к месту работы на личном автомобиле за 1,3 часа.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, $^{\circ}\text{C}$ – 24-25. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – 0,5; разряд зрительной работы – 3. Статическая физическая нагрузка на две руки, $\text{H} \cdot \text{с}$ – 5×10^5 . РМ стационарное, поза свободная. Работа в утреннюю смену. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 4. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 65. Отсутствие обоснованного режима труда и отдыха. Нервно-эмоциональная нагрузка обусловлена тревогой за безопасность другого человека.

Вариант 28.

Определите величину сокращения продолжительности жизни маляра - женщины, которая окрашивает промышленные изделия с помощью краскопульта, весом 1,8 кгс, в течение 80% времени смены, т.е. 23040 сек, при этом она выполняет около 30 движений с большой амплитудой в минуту.

Живет работница рядом с молокозаводом, который работает круглосуточно. Системы вентиляции создают в ночное время уровни шума, превышающие ПДУ на 30 дБА. Добирается домой на двух видах городского транспорта в течение 1 часа. Она курит в течение уже 10 лет, в среднем по 20 сигарет в день, ей 55 лет, работает с 18 лет.

Вариант 29.

Определите величину сокращения продолжительности жизни (сум) и величину риска гибели оператора дисплея в промышленном производстве, 36 лет. Работает с 22 лет. Не курит. Живет недалеко от центра. Рядом находится завод металлолитографии. На работу ходит пешком.

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, $^{\circ}\text{C}$ – 19-20. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм – <0,3; разряд зрительной работы – 2. Превышение допустимого уровня звука, дБa – 2. РМ стационарное, поза несвободная – до 20% времени в наклонном положении до 30° . Работа в три смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 4. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 70. Число важных объектов наблюдения – 6. Число движений пальцев в час – 120. Вредное вещество (тетрабромэтан), кратность превышения ПДК – 1,3. Монотонность: число приемов в операции – 6; длительность повторяющихся операций, с – 20. Обоснованный режим труда и отдыха без применения функциональной музыки. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате простых действий по индивидуальному плану. Промышленная пыль, кратность превышения ПДК – 2.

Вариант 30.

Определите величину сокращения продолжительности жизни (сум) и величину риска гибели мастера (инженера) участка виброуплотнения и термообработки стержневых смесей литейного цеха. Условия на рабочем месте: Вентиляция в цехе работает не эффективно. Печи электрические, работают на частоте 3,0 МГц с интенсивностью поля, превышающей нормы > 5 раз. Вибрация на рабочем месте мастера превышает допустимую на 12 дБ. Уровень шума превышает допустимый на 15 дБА. Напряженность электрической составляющей превышает предельно допустимый уровень в 3 раза, так как печь старая и отсутствует экранирование индуктора. Интенсивность теплового потока на рабочем месте $1,05 \text{ кВт/м}^2$ (норма $0,35 \text{ кВт/м}^2$). Запыленность алюминиевой, магниевой пылью (2 класс опасности), загазованность воздуха рабочей зоны парами аммиака, ацетона, окисью углерода (3 класс опасности) в среднем превышает ПДК в 7 раз. Мастер живет за городом, куда добирается на электричке и автобусе в течение 2 часа. Дом его расположен около железнодорожного переезда и уровень инфразвука (ИЗ) от маневровых паровозов в доме в ночное время превышает ПДУ на 10 дБ. Ему 48 лет, из них 25 лет он курит и выкуривает в среднем по 20 сигарет в день.

6. ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «СОКРАЩЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ТРУДА И БЫТА»

1. Исходные данные:

Вариант № --

Определите величину сокращения продолжительности жизни и величину риска гибели сотрудника вычислительного центра, 48 лет. Работает с 23 лет. Курит с 17 лет по 25 сигарет в день. Живет далеко от ВЦ, добирается к месту работы на общественном транспорте за 50 мин..

Условия на рабочем месте: Температура воздуха на РМ в теплый период года, C^0 – 20. Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм - $<0,3$; разряд зрительной работы – 2. Превышение допустимого уровня звука, дБа – 5. РМ стационарное, поза свободная. Работа в две смены. Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 6. Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 60. Обоснованный режим труда и отдыха с применением функциональной музыки и гимнастики. Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану и общения с людьми.

2. Цель работы: определить величину сокращения продолжительности жизни (сут) и величину риска гибели мастера, работающего и живущего в определенных условиях техносферы.

3. Ход работы:

1. Классификация условий труда.

Неблагоприятные условия труда - условия труда, отягощенные вредными и опасными факторами производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса;

Ущерб здоровью - нарушения целостности организма или профессиональные заболевания, а также эффекты в виде генетических изменений, нарушений репродуктивной функции, снижения психической устойчивости;

Сокращение продолжительности жизни (СПЖ) - предположительное время сокращения продолжительности жизни в сутках конкретного человека на момент расчета в зависимости от условий его труда и быта;

Риск - вероятность реализации негативного воздействия (травма, гибель) в зоне пребывания человека.

Условия труда подразделяются на 4 класса: *оптимальные, допустимые, вредные и опасные.*

Оптимальные условия труда (1 класс) - такие условия, при которых сохраняется здоровье работающих и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности.

Допустимые условия труда (2 класс), при которых факторы не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время отдыха или к началу следующей смены.

Вредные условия труда (3 класс) характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное действие на организм работающего и/или его потомство.

Вредные условия труда по степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих подразделяются на 4 степени вредности:

1 степень 3 класса (3.1) - условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают *функциональные изменения, восстанавливающиеся* при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами;

2 степень 3 класса (3.2.) - уровни вредных факторов, вызывающие *стойкие функциональные изменения*, приводящие к появлению начальных признаков профессиональных заболеваний, возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 и более лет);

3 степень 3 класса (3.3.) - условия труда, характеризующиеся такими уровнями вредных факторов, воздействие которых приводит к развитию *профессиональных болезней легкой и средней степеней тяжести* с временной утратой трудоспособности;

4 степень 3 класса (3.4) - условия труда, при которых могут возникать *тяжелые формы профессиональных заболеваний.*

опасные (экстремальные) условия труда (4 класс) характеризуются уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в т.ч. и тяжелых форм.

Используя данные варианта и табл. 10.7-10.9. «Градации условий труда в зависимости от степени отклонения действующих факторов производственной среды и трудового процесса от гигиенических нормативов», заполним таблицу 1:

Таблица 1. Итоговая таблица по оценке условий труда работника по степени вредности и опасности, тяжести и напряженности:

Класс условий труда							
Фактор	Оптимальный	Допустимый	Вредный				Опасный (экстрем.)
	1	2	3.1.	3.2	3.3	3.4	4
Температура воздуха на РМ в теплый период года, С° – 20.	18...20						
Освещенность РМ на уровне санитарных норм: размер объекта, мм - <0,3; разряд зрительной работы – 2.		< 0,3 Разряд - 2					
Превышение допустимого уровня звука, дБа – 5.			1...5				
РМ стационарное, поза свободная	РМ стационарное, поза свободная						
Работа в две смены		Две смены					
Продолжительность непрерывной работы в течение суток, ч – 6.	< 8						
Длительность сосредоточенного наблюдения, % от продолжительности рабочей смены – 60.			51 - 75				
Обоснованный режим труда и отдыха с применением функциональной музыки и гимнастики.	Перерывы регламентированы, достаточной продолжительности: 7% и более рабочего времени.						
Нервно-эмоциональная нагрузка возникает в результате сложных действий по заданному плану и общения с людьми			Несет ответственность за качество основного задания. Влечет за собой исправления за счет дополнительных усилий всего коллектива				

Количественные данные итоговой таблицы:

1. Классов условий труда 1 оптимальных) – 4;
2. Классов условий труда 2 (допустимых) – 2;
3. Классов условий труда 3.1. (вредных, первой степени) – 3.

Итак, в результате анализа полученных количественных данных итоговой таблицы (три фактора класса 3.1.), принимаем, что класс условий труда по факторам производственной среды – 3.2.

2. Оценка влияния вредных факторов на здоровье человека.

При суточной миграции человека во вредных условиях жизненного пространства суммарная оценка ущерба здоровью может быть определена через подсчет времени сокращения продолжительности жизни в сутках по формуле (10.1.):

$$СПЖ = СПЖ_{\Sigma} + СПЖ_{\Gamma} + СПЖ_{\text{Б}},$$

где $СПЖ_{\text{пр}}$, $СПЖ_{\text{г}}$, $СПЖ_{\text{б}}$ – сокращения продолжительности жизни при пребывании, соответственно, в условиях производства, города и быта (сут.).

Для этого необходимо рассчитать СПЖ:

1. По фактору неблагоприятных условий производства по формуле (10.2):

$$СПЖ_{\text{пр}} = (K_{\text{пр}} + K_{\text{т}} + K_{\text{н}}) \cdot (T - T_{\text{н}}),$$

где $K_{\text{пр}}$, $K_{\text{т}}$, $K_{\text{н}}$ – ущерб здоровью на основании оценки класса условий производства, тяжести и напряженности труда, сут/год (табл. 10.2. и 10.3.); T – возраст человека, год; $T_{\text{н}}$ – возраст начала трудовой деятельности;

В нашем случае:

$$СПЖ = (5,1 + 5,1) \cdot (48 - 23) = 255 \text{ (сут.)}$$

2. По фактору неблагоприятных жилищных бытовых условий и загрязненного воздуха в городе по формуле (11.3.):

$$СПЖ_{\text{Б, Г}} = (K_{\text{Б}} + K_{\text{Г}}) \cdot T,$$

где $K_{\text{Б}}$, $K_{\text{Г}}$ – скрытый ущерб здоровью в условиях бытовой и городской среды, сут/год (табл. 10.4.);

В нашем случае:

$$СПЖ_{\text{Б, Г}} = (5 + 2 + 50) \cdot 48 = 2736 \text{ сут.}$$

4. По факту курения с учетом сомножителя ($n/20$) по формуле (10.4.):

$$СПЖ_{\text{Б (курение)}} = K_{\text{Б}} \cdot T_{\text{к}} \cdot (n/20),$$

где n – количество выкуриваемых сигарет в день;

$T_{\text{к}}$ – стаж курильщика;

В нашем случае:

$$СПЖ_{\text{Б (курение)}} = 50 \cdot 31 \cdot (25/20) = 1937,5 \text{ (сут.)}$$

5. По фактору езды в общественном транспорте по формуле (10.5.):

$$СПЖ_{\text{Г (транспорт)}} = K_{\text{Г}} \cdot T_{\text{т}} \cdot t,$$

где $T_{\text{т}}$ – количество лет езды на работу в общественном транспорте; t – суммарное количество часов, затрачиваемое человеком ежедневно на проезд домой и на работу в оба конца.

В нашем случае:

$$СПЖ_{\text{Г (транспорт)}} = 2 \cdot 25 \cdot 1,4 = 70 \text{ (сут.)}.$$

Итого:

$$СПЖ = 255 + 2736 + 1937,5 + 70 = 4998,5 \text{ (сут. или 13 лет).}$$

Расчет носит вероятностный характер и позволяет оценить влияние наиболее весомых факторов, характеризующих качество жизни конкретного человека.

3. Оценка влияния травмоопасных факторов на человека в производственных, городских и бытовых условиях.

Вероятность травмирования человека в различных условиях его жизнедеятельности оценивается величиной индивидуального риска R . При использовании статистических данных величину риска $1/(чел.год)$ определяют по формуле 910.6.):

$$R = N_{тр} / N_o,$$

где $N_{тр}$ - число травм за год; N_o - численность работающих в тот же период.

Травмоопасность различных производств и отраслей показателями частоты травматизма $K_{ч}$ и $K_{си}$ оценивают по формулам (10.7) и (10.8.):

$$K_{ч} = (N_{тр} / N_o) 1000$$

$$K_{си} = (N_{си} / N_o) 1000,$$

где $K_{ч}$ - показатель частоты травматизма, а $K_{си}$ - показатель травматизма со смертельным исходом, приходящиеся на 1000 работающих; $N_{си}$ - число травм со смертельным исходом за год.

При известных $K_{ч}$ и $K_{си}$ риски получить травму $R_{тр}$ или погибнуть на производстве $R_{си}$ будут определяться по формулам (10.9.) и (10.10.):

$$R_{тр} = K_{ч} / 1000 \quad (8)$$

$$R_{си} = K_{си} / 1000 \quad (9)$$

В нашем случае, используя табл. 10.5 и 10.6. находим, что:

$$K_{ч} = 5,0$$

$$K_{си} = 0,15$$

Тогда вычисление вероятности гибели человека в цепи несовместимых событий производится по формуле (10.10):

n

$$R = \sum_{i=1} R_i,$$

где R_i - вероятность индивидуального события; R - суммарный риск от n последовательных событий.

В нашем случае:

$$R_{тр.} = 0,0055$$

$$R_{си} = 0,00015$$

$$R_6 = 0$$

$$R_r = 2,5 \cdot 10^{-4}$$

$$R_{\Sigma} = 0,0055 + 0,00015 + 0 + 0,00025 = 5 \cdot 10^{-3}$$

Вывод: По условиям классификации, условия труда сотрудника вычислительного центра относятся к классу 3.2. – вредные, второй степени.

Величина сокращения продолжительности жизни зависит не только от производственных условий, но и городских и бытовых. В нашем случае $СПЖ = 4\,998,5$ сут., т.е. жизнь сотрудника при данных условиях жизни может сократиться на 13 лет.

Эти данные можно было бы улучшить (сократить), если бы сотрудник ходил пешком, бросил курить, соблюдал правила ТБ на работе, в домашних и городских условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гигиенические критерии оценки и классификации условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Руководство Р.2.2.755-99, Минздрав России, М., 1999.
2. Соколов Э.М., Ветров В.В. и др. Совершенствование системы охраны труда на основе концепции профессионального риска. Тула, ТГУ, 1999.
3. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов /С.В.Белов, А.В.Ильницкая, А.Ф.Козьяков и др. /Под общ. ред. С.В. Белова. - М.: Высшая школа, 2001.- 485с.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности/С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков и др. – 2-е изд., испр. И доп. – М.: Высшая школа, 1999. – 448 с.

2. Безопасность жизнедеятельности / С.В. Белов, В.А. Девисилов, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. Ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, НМЦ СПО, 2000. – 343 с.
3. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов /С.В.Белов, А.В.Ильницкая, А.Ф.Козьяков и др. /Под общ. ред. С.В. Белова. - М.: Высшая школа, 2001.- 485с.
4. Охрана окружающей среды /С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков и др.; Под ред. С.В. Белова. – 2-е изд., испр. И доп. – М.: Высшая школа, 1991. – 319 с.
5. Справочник помощника санитарного врача и помощника эпидемиолога/Под ред. Д.П. Никитина, А.И. Зайченко. – М.: Медицина, 1990. – 512 с.
6. Основы инженерной психологии /Под ред. Б.Ф. Ломова. – М: Высшая школа, 1986. – 448 с.
7. Прилепская И.В., Гетия И.Г. Методические указания по выполнению раздела «Охрана труда» в дипломных проектах. – М.: МИП, 1990. – 30 с.
8. Справочная книга по охране труда в машиностроении /Г.В. Бектобеков, Н.Н. Борисова, В.Н. Коротков и др.; под общ. Ред. О.А. Русака. – Л.: Машиностроение, 1989. -541 с.
9. Соколов Э.М., Ветров В.В. и др. Совершенствование системы охраны труда на основе концепции профессионального риска. Тула, ТГУ, 1999.
10. Межотраслевые методические рекомендации. Количественная оценка тяжести труда. – М.: Экономика, НИИ Труда, 1988. – 116 с.
11. Гигиенические критерии оценки и классификации условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Руководство Р.2.2.755-99, Минздрав России, М., 1999.
12. Руководство по расчету и проектированию средств защиты застройки от транспортного шума/Г.Л. Осипов, В.Е. Коробков и др. – М.: Стройиздат, 1982. – 31с.
13. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 352 с.
14. Нормы радиационной безопасности НРБ-99.
15. Атаманюк В.Г., Ширшев Л.Г., Акимов Н.И. Гражданская оборона. – М.: Высшая школа, 1986. – 207 с.
16. Королькова В.И. Электробезопасность на промышленных предприятиях. – М.: Машиностроение, 1971.
17. Курбатов, П.А. Численный расчет электромагнитных полей / П.А. Курбатов, С.А. Аринчин. М. : Энергоатомиздат, 1984.
18. Шихин, А.Я. Электромагнитные поля и системы / А.Я. Шихин. М. : Энергия, 1987.
19. Федеральный закон «Об охране окружающей среды», №7-ФЗ от 10.01.2002.
20. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
21. ГОСТ 12.1.002-84. ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах. М. : Издательство стандартов, 1984.
22. ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. М.: Издательство стандартов, 1984.
23. ГОСТ 12.1.045-84. ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. М.: Издательство стандартов, 1984.
24. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
25. СНиП 2.04.05-86. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха/Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1992.
26. СНиП 23-05-95. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение. – М.: Стройиздат, 1996.
27. СанПиН 2.2.4.1191-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Электромагнитные поля в производственных условиях. Утверждено Государственным санитарным врачом России 30.01.2003, введен с 01.05.2003.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»	6
1. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	6
2. ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ.....	6
3. ПОРЯДОК ОТЧЕТНОСТИ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ.....	6
4. ПОРЯДОК ВЫБОРА ВАРИАНТА ЗАДАНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ.....	7
5. ОБРАЗЕЦ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА.....	8
I. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ВОЗДУХЕ	9
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	9
2. НОРМИРОВАНИЕ.....	9
3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.....	9
4. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ВОЗДУХЕ».....	11
5. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ВОЗДУХЕ».....	15
II. РАСЧЁТ УРОВНЯ ШУМА В ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКЕ	17
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	17
2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА.....	17
3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.....	18
4. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «РАСЧЕТ УРОВНЯ ШУМА В ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКЕ».	18
5. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «РАСЧЁТ УРОВНЯ ШУМА В ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКЕ»	20
III. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ	21
1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ.....	21
2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.....	22
3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ».	23
4. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ»	26
IV. ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ	28
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	28
2. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ.....	28
3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.....	29
4. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ».....	29
5. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ».....	31
V. «РАСЧЕТ НАГРУЗОК, СОЗДАВАЕМЫХ УДАРНОЙ ВОЛНОЙ»	33
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	33

2.	МЕТОДИКА РАСЧЕТА.....	33
2.1.	ВЗРЫВ ЕМКОСТИ СО СЖАТЫМ ГАЗОМ.....	33
2.2.	ВЗРЫВ ГАЗОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ.....	33
2.3.	ЯДЕРНЫЙ ВЗРЫВ И ВЗРЫВ ЕМКОСТИ.....	33
2.4.	СТЕПЕНЬ РАЗРУШЕНИЯ ОБЪЕКТА ВОЗДЕЙСТВИЯ (ЗДАНИЯ, СООРУЖЕНИЯ).....	33
3.	ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.....	34
4.	ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «РАСЧЕТ НАГРУЗОК, СОЗДАВАЕМЫХ УДАРНОЙ ВОЛНОЙ».....	35
5.	ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «РАСЧЕТ НАГРУЗОК, СОЗДАВАЕМОЙ УДАРНОЙ ВОЛНОЙ».....	39
5.1.	ВАРИАНТ 1.....	39
5.2.	ВАРИАНТ 2.....	41
5.3.	ВАРИАНТ 3.....	43
VI.	РАСЧЁТ ОБЩЕГО ОСВЕЩЕНИЯ.....	45
1.	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	45
2.	МЕТОДИКА РАСЧЕТА.....	47
3.	ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.....	49
4.	ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ “РАСЧЁТ ОБЩЕГО ОСВЕЩЕНИЯ”.....	50
5.	ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «РАСЧЁТ ОБЩЕГО ОСВЕЩЕНИЯ».....	52
VII.	РАСЧЁТ КОНТУРНОГО ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ В ЦЕХАХ С ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000В.....	54
1.	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	54
2.	МЕТОДИКА РАСЧЕТА.....	54
3.	ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.....	56
4.	ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «РАСЧЁТ КОНТУРНОГО ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ В ЦЕХАХ С ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В».....	56
5.	ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «РАСЧЁТ КОНТУРНОГО ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ В ЦЕХАХ С ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В»	58
VIII.	РАСЧЕТ ЧАСТОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ. ЗАЩИТА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭМИ.....	60
1.	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.	60
2.	РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ, ЧАСТО ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ	62
2.1.	ОЦЕНКА УРОВНЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ (ЭСП) ...	62
2.2.	ОЦЕНКА УРОВНЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ (ЭМП) РАЗЛИЧНЫХ ДИАПАЗОНОВ ЧАСТОТ.....	62
2.3.	ЗАЩИТА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ	66
3.	ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.....	67
4.	ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «РАСЧЕТ ЧАСТОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ.	68

ЗАЩИТА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭМИ».....	
5. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «РАСЧЕТ ЧАСТОТ ЭЛЕКТОМАГНИТНОГО ПОЛЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ. ЗАЩИТА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭМИ».....	69
IX. РАСЧЕТ ИНТЕГРАЛЬНОЙ БАЛЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ТЯЖЕСТИ ТРУДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ	73
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	73
2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА	74
3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ	78
4. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «РАСЧЕТ ИНТЕГРАЛЬНОЙ БАЛЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ТЯЖЕСТИ И НАПРЯЖЕННОСТИ ТРУДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ».....	78
5. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «РАСЧЕТ ИНТЕГРАЛЬНОЙ БАЛЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ТЯЖЕСТИ ТРУДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ»	90
X. СОКРАЩЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ТРУДА И БЫТА	93
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	93
2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА	93
2.1. КЛАССИФИКАЦИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА ПО СТЕПЕНИ ВРЕДНОСТИ И ОПАСНОСТИ.....	94
2.2. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА.....	94
2.3. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТРАВМООПАСНЫХ ФАКТОРОВ НА ЧЕЛОВЕКА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ, ГОРОДСКИХ И БЫТОВЫХ УСЛОВИЯХ.....	96
3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ	97
4. ГРАДАЦИИ УСЛОВИЙ ТРУДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ОТКЛОНЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ И ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА ОТ ГИГИЕНИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ.....	98
4.1. КЛАССЫ УСЛОВИЙ ТРУДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ТРУДА (ТЕМПЕРАТУРА, ПЫЛЬ, ШУМ, ВИБРАЦИИ, ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА.....	98
4.2. КЛАССЫ УСЛОВИЙ ТРУДА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ТЯЖЕСТИ ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА.....	99
4.3. КЛАССЫ УСЛОВИЙ ТРУДА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ НАПРЯЖЕННОСТИ ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА.....	100
5. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «СОКРАЩЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ТРУДА И БЫТА».....	103
6. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «СОКРАЩЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ТРУДА И БЫТА».....	110
ЛИТЕРАТУРА.....	114
СОДЕРЖАНИЕ.....	115