

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

**Донбасская государственная машиностроительная
академия**

**Л. В. Дементий,
А. Л. Юсина**

Охрана труда в автоматизированном производстве

Обеспечение безопасности труда

Рекомендовано

Министерством образования и науки Украины
в качестве учебного пособия для студентов специальностей
«Информационные технологии проектирования»,
«Автоматизированное управление технологическими процессами» и
«Электромеханические системы автоматизации и электропривод»
высших учебных заведений

Краматорск 2007

ББК 65.9(2)248
УДК 658.382.3:621
Д 30

Рецензенты:

Просьянник А.В., д.х.н., профессор, Украинский государственный химико-технологический университет;

Бурмистров К.С., д.х.н., профессор, Украинский государственный химико-технологический университет;

Бойко В.Г., к.т.н., доцент, Краматорский экономико-гуманитарный институт.

Рекомендовано

Министерством образования и науки Украины
(письмо № 14/18.2-2844 от 29.12.04)

Навчальний посібник містить матеріал за основними темами курсу «Охрана праці в галузі» для студентів спеціальностей 7.080402 «Інформаційні технології проектування», 7.092501 «Автоматизоване керування технологічними процесами» і 7.092203 «Електромеханічні системи автоматизації і електропривод» з питань забезпечення безпечних умов праці в галузі. Є другою частиною курсу. Наведені рекомендації щодо дипломного проектування.

Дементий Л.В., Юсина А.Л.

Д 30. Охрана труда в автоматизированном производстве. Обеспечение безопасности труда – Краматорск: ДГМА, 2007. – 300 с.

ISBN 978-966-379-163-0

Учебное пособие содержит материал по основным темам курса “Охрана труда в отрасли” для студентов специальностей 7.080402 «Информационные технологии проектирования», 7.092501 «Автоматизированное управление технологическими процессами» и 7.092203 «Электромеханические системы автоматизации и электропривод» по вопросам обеспечения безопасности труда в отрасли. Представляет собой вторую часть курса. Приведены рекомендации по дипломному проектированию.

ISBN 978-966-379-163-0

ББК 65.9(2)248
УДК 658.382.3:621
© Л. В. Дементий,
А. Л. Юсина, 2007

© ДДМА, 2007

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Проектирование промышленных объектов	7
1.1 Выбор площадки строительства	7
1.2 Требования к производственным зданиям и помещениям	10
1.3 Примеры решения задач	14
1.4 Контрольные вопросы и задания	20
2 Требования безопасности к оборудованию и процессам	21
2.1 Общие требования безопасности к оборудованию	21
2.2 Средства защиты	23
2.3 Общие требования безопасности к процессам	28
2.4 Примеры решения задач	35
2.5 Контрольные вопросы и задания	41
3 Эргономические требования к оборудованию и организации рабочих мест	43
3.1 Классификация эргономических требований	43
3.2 Организация системы «человек – машина» и деятельности операторов.	45
.	
3.3 Общие эргономические требования к техническим средствам деятельности	50
3.4 Эргономическая оценка рабочего места	66
3.5 Примеры решения задач	71
3.6 Контрольные вопросы и задания	73
4 Обеспечение охраны труда в автоматизированном и роботизированном производстве	75
4.1 Особенности охраны труда в автоматизированном и роботизированном производстве	75
4.2 Принципы и методы обеспечения безопасности в автоматизированном производстве	78
4.3 Принципы и методы обеспечения безопасности в роботизированном производстве	85
4.4 Требования к пультам управления	98
4.5 Примеры решения задач	108
4.6 Контрольные вопросы и задания	116
5 Обеспечение электробезопасности отраслевых объектов	119
5.1 Опасность поражения человека электрическим током	119
5.2 Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током.	124
5.3 Условия поражения человека электрическим током.	130

5.4 Характеристика системы мероприятий по обеспечению электробезопасности.	135
5.5 Защита от воздействия статического электричества и атмосферного электричества.	160
5.6 Первая помощь пострадавшим при поражении электрическим током	168
5.7 Тушение пожаров в электроустановках.	172
5.8 Примеры решения задач	176
Контрольные вопросы и задания.	181
6 Охрана труда при работе на ПЭВМ	182
6.1 Анализ условий труда при работе на ПЭВМ	182
6.2 Общая характеристика мероприятий по профилактике нарушений здоровья пользователей компьютеров	196
6.3 Режим труда и отдыха при работе на ПЭВМ	200
6.4 Организация рабочего пространства	203
6.5 Технические средства профилактики нарушений здоровья	218
6.6 Медицинские мероприятия профилактики	222
6.7 Примеры решения задач	228
6.8 Контрольные вопросы и задания	232
7 Методические рекомендации по дипломному проектированию	233
Приложение А. Характеристика категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности	240
Приложение Б. Рекомендации по оснащению помещений огнетушителями	241
Приложение В. Требования к воздуху рабочей зоны	242
Приложение Г. Требования к производственному освещению	244
Приложение Д. Требования к производственному шуму	249
Приложение Е. Эргономический анализ рабочего места	250
Приложение Ж. Нормы продолжительности компенсирующего отдыха в зависимости от факторов, влияющих на тяжесть труда	254
Приложение И. Обеспечение электробезопасности	256
Приложение К. Требования безопасности при работе на ПЭВМ	265
Приложение Л. Комплексы упражнений для пользователей ПЭВМ	271
Приложение М. Рекомендации по применению нормативно-технической документации	280
Приложение Н. Перечень вопросов для дипломного проектирования	286
Предметный указатель	291
Литература.	296

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

ВДТ	видеодисплейный терминал
ГАП	гибкие автоматизированные производства
ГПС	гибкие производственные системы
ОиВПФ	опасные и вредные производственные факторы
ОЗ	опасная зона
ОУ	органы управления
ПР	промышленный робот
ПК	персональный компьютер
РЗ	рабочая зона
РМ	рабочее место
РТК	роботизированные технологические комплексы
РТС	роботизированные технологические системы
РТУ	роботизированные технологические участки
СИЗ	средства индивидуальной защиты
СКЗ	средства коллективной защиты
СОИ	средства отображения информации
СЧМ	система «человек – машина»
ЭЛТ	электронно-лучевая трубка
ЭМП	электромагнитное поле
ЭСП	электростатическое поле
ЭТ	эргономические требования
ЭУ	электроустановка
ЗЗ	защитное заземление
ЗО	защитное отключение
УЗО	устройство защитного отключения
СЭ	статическое электричество
ЭСИБ	электростатическая искробезопасность

ВВЕДЕНИЕ

Учебная дисциплина „Охрана труда в отрасли” изучается в соответствии с учебным планом подготовки по специальностям 7.080402 «Информационные технологии проектирования», 7.092501 «Автоматизированное управление технологическими процессами» и 7.092203 «Электромеханические системы автоматизации и электропривод».

„Охрана труда в отрасли” – нормативная дисциплина. Она изучается с целью формирования у будущих специалистов знаний о методах и средствах обеспечения безопасных и комфортных условий труда. Пособие является второй частью курса и посвящено рассмотрению вопросов обеспечения безопасности труда в отрасли.

В пособии рассмотрены вопросы проектирования промышленных объектов, оптимального выбора производственных зданий, рационального размещения оборудования и организации рабочих мест. Рассмотрены вопросы обеспечения безопасности производственного оборудования и технологических процессов. Особое внимание уделено средствам защиты, предусмотренным в конструкции оборудования. Отдельно рассмотрены вопросы эксплуатации объектов повышенной опасности.

Подробно рассмотрены эргономические требования к оборудованию и организации рабочих мест. Приведена методика эргономической оценки рабочего места и расчета показателей эргономичности.

Особое внимание уделено вопросу обеспечения безопасных условий труда в автоматизированном и роботизированном производствах. Приведены особенности охраны труда, проанализированы принципы и методы обеспечения безопасности в этих производствах. Подробно рассмотрены вопросы обеспечения безопасных условий труда на пультах управления.

Рассмотрены вопросы обеспечения электробезопасности отраслевых объектов. Приведены методики расчетов основных средств защиты в электроустановках.

Рассмотрены особенности охраны труда при работе на ПЭВМ и основные направления по профилактике нарушений здоровья пользователей компьютеров.

1 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

1.1 Выбор площадки строительства

Санитарно-гигиеническое благоустройство промышленных предприятий, их надлежащее содержание являются важнейшими мероприятиями по борьбе с профессиональными заболеваниями, по снижению неблагоприятного влияния на работающих вредных производственных факторов, по предотвращению загрязнения воздушного бассейна, грунта, воды, по защите населения от вредного влияния газов, паров, аэрозолей, шума, сточных вод.

Проектирование новых и реконструкцию действующих промышленных предприятий проводят в соответствии с требованиями санитарных норм проектирования промышленных предприятий (СН 245–71).

При выборе площадок для строительства предприятий, чтобы создать благоприятные условия как для работающих, так и для окружающего жилого или лесного массива, необходимо проводить комплекс санитарно-технических мероприятий [22, 24, 33, 39].

При выборе промышленной площадки необходимо **учитывать**:

- рельеф и аэроклиматическую характеристику местности;
- наличие прямого солнечного излучения, условия естественного проветривания, условия образования тумана;
- условия рассеивания в атмосфере производственных выбросов;
- наличие энергетических коммуникаций;
- близость населенных пунктов и наличие трудовых ресурсов.

Предприятия, которые имеют вредные производственные выбросы, отделяют от жилой застройки **санитарно-защитными зонами**. В зависимости от состава и количества выделяемых вредных веществ нормами СН 245—71 установлено пять классов промышленных предприятий по ширине санитарной зоны (таблица 1).

Таблица 1 – Ширина санитарно-защитной зоны

Класс предприятия	I	II	III	IV	V
Ширина санитарно-защитных зон, м	1000	500	300	100	50

В санитарно-защитной зоне располагают пожарные депо, бани, прачечные, помещения охраны, гаражи, складские помещения, административно-служебные здания, столовые, амбулатории и др. Машиностроительные предприятия относятся в основном к IV и V классам [32].

Проект расположения на территории предприятия зданий, сооружений, инженерных коммуникаций, санитарно-защитных зон, площадок для отдыха и занятий спортом, пешеходных дорожек, автомобильных и железных дорог называется **генеральным планом** промышленного предприятия. Основой для разработки генплана предприятия являются технологические процессы и оборудование, а также функциональные связи между объектами. Производственные здания и сооружения следует группировать с учетом общности санитарных и противопожарных требований, а также потребления электроэнергии, движения транспортных и человеческих потоков. При разработке генерального плана предприятия его территорию условно делят по функциональному назначению, то есть осуществляют зонирование. Выделяют следующие **зоны** на генеральных планах промышленных предприятий (СНиП II–89–80):

I зона — административная и бытовая (заводоуправление, конструкторское бюро, здания охраны здоровья, общественного питания, культурного обслуживания, санитарно-бытового назначения);

II зона — производственная (здания и сооружения производственного цикла);

III зона — подсобная и вспомогательная (складские помещения; энергетическое хозяйство; инженерные коммуникации; транспортные сооружения и т.п.);

IV зона — зона озеленения и благоустройства (санитарно-защитные зоны, площадки для отдыха, занятия спортом).

При проектировании размещения промышленного объекта необходимо учитывать не только санитарно-гигиенические требования, но и требования пожарной безопасности.

Основные положения, которые необходимо учитывать при разработке генерального плана промышленного предприятия [33, 39]:

– генплан промышленного предприятия должен разрабатываться на основе наиболее рациональной организации производственного процес-

са, с учетом «розы ветров» и рельефа местности;

- планирование и застройку территории предприятия необходимо согласовывать с проектами планирования жилых массивов, находящихся рядом, соседних предприятий, а также ближайших магистралей, железнодорожных, автомобильных и водных путей;

- здания и сооружения производственных цехов и складов должны размещаться соответственно последовательному ходу технологического процесса;

- здания с административными и вспомогательными помещениями необходимо размещать по возможности ближе к производственным корпусам;

- здания с однородными по производственному характеру и санитарно-гигиеническими и противопожарными условиями необходимо сосредоточивать отдельными группами, разделив территорию предприятия на зоны, однако не разрушая при этом технологической схемы их размещения;

- необходимо, чтобы взаимное расположение зданий и разрывы между ними не нарушали действующих норм и правил по пожарной безопасности (таблица 2), санитарно-гигиенических, светотехнических и других требований; при этом разрывы между зданиями должны быть минимальными с учетом также условий расположения инженерных сетей, транспортных путей и тротуаров;

- здания располагают по отношению к сторонам света и направлению господствующих ветров таким образом, чтобы были обеспечены наилучшие условия для их естественного освещения и проветривания;

- производственные корпуса, выделяющие дым, пыль, газы, неприятные запахи, располагают с подветренной стороны относительно других зданий и жилых районов;

- на территории предприятия необходимо строить автомобильные дороги и тротуары с ровным и беспылевым покрытием.

Комплексный учет перечисленных положений позволяет свести к минимуму отрицательное влияние промышленного объекта как на населенный пункт, так и на работников предприятия.

Таблица 2 – Минимальные расстояния между зданиями и сооружениями в зависимости от степени их огнестойкости

Степень огнестойкости зданий и сооружений	Расстояния между зданиями, м, при степени огнестойкости других зданий или сооружений		
	I и II	III	IV и V
I и II	9	9	12
III	9	12	15
IV и V	12	15	18

1.2 Требования к производственным зданиям и помещениям

Основные требования к зданиям производственного назначения изложены в СНиП 2.09.02–85, к административным и бытовым зданиям – в СНиП 2.09.04–87. Производственные здания и помещения основного, вспомогательного и подсобного назначения должны обеспечивать наиболее рациональное течение технологического процесса, создавать благоприятную производственную обстановку и предотвращать пожарные опасности. Производственные и складские здания могут быть разной формы и размеров, однако наиболее целесообразной является прямоугольная форма. При выборе конструкции здания, длины, этажности **учитывают** [24, 39]:

- характер технологии;
- особенности оборудования и сырья;
- степень пожаро- и взрывоопасности;
- наличие вредных выделений.

Здания могут быть одно- и многоэтажными, одно- и многопролетными, иметь сложный профиль. С точки зрения гигиенических условий многоэтажные дома не всегда целесообразны. В них затруднена борьба с распространением шума и вибрации, имеется возможность распространения токсичных веществ, ограничено применение аэрации для проветривания, труднее решаются задачи естественного освещения. Цеха со значительными тепловыми и газовыми выделениями лучше размещать в отдельно стоящих зданиях или, в крайнем случае, на верхних этажах многоэтажных зданий. Для предотвращения переноса токсичных веществ при разме-

щении цехов в смежных помещениях этажа многоэтажного здания рационально устраивать коридор с подачей в него чистого воздуха.

При внутреннем **планировании** помещений и **размещении** оборудования необходимо предусматривать [33, 39] изоляцию процессов, которые сопровождаются выделением пыли, токсичных веществ, интенсивным шумом. В цехах, имеющих большую ширину, вредные участки необходимо по возможности располагать близ внешних стен для лучшего обеспечения естественной вентиляции помещения. При внутреннем планировании помещения должны быть предусмотрены достаточная ширина и количество проходов, лестниц, дверей с целью исключения встречных человеческих потоков в периоды начала и окончания смены, а также в случае аварийных ситуаций.

Важным требованием является **достаточность объема и площади** помещения, приходящихся на одного работающего. Объем производственных помещений должен быть таким, чтобы на каждого работающего приходилось не менее 15 м^3 ; площадь - не менее $4,5 \text{ м}^2$; высота производственного помещения должна быть не менее 3,2 м. Высоту помещений со значительными выделениями тепла, влаги и газов определяют расчетным путем с учетом технологического процесса и обеспечения быстрого их удаления из рабочей зоны.

Санитарно-бытовые помещения на предприятиях предназначены для удовлетворения бытовых потребностей во время работы, ликвидации некоторых отрицательных последствий трудового процесса на протяжении и по окончании смены, проведения профилактических мероприятий по устранению функциональных сдвигов в организме, вызванных влиянием вредных производственных факторов. Расчет площадей бытовых помещений производится по максимальному количеству работающих в смене.

Серьезное внимание следует уделять вопросам рационального **цветового оформления** помещения, оборудования, транспорта, коммуникаций с учетом особенностей климата, района строительства, ориентации домов. Рациональное цветовое оформление производственного интерьера является средством улучшения условий труда. Поэтому при оформлении интерьера цвет используют:

- как композиционное средство, которое обеспечивает гармонич-

ное единство производственного помещения и технологического оборудования;

- как фактор, создающий оптимальные условия для зрительной работы и оказывающий влияние на работоспособность;

- как средство информации, ориентации и сигнализации для обеспечения безопасности работы (см. подраздел 2.2).

Широкое распространение получило **трехцветное решение** интерьера, при этом рабочее поле делают контрастным относительно объекта различения, но отдается преимущество контрастным цветам слабой интенсивности. В южных районах и помещениях с тепловыми выделениями целесообразно применять гамму холодных тонов. В северных районах и помещениях без естественного света, а также в неотапливаемых зданиях более приемлемы теплые тона. На шумных производствах теплая гамма цветов оказывается более благоприятной, чем холодная. Разностороннее эмоциональное влияние цвета на человека позволяет широко использовать его в гигиеничных целях. В табл. 3 приведены основные факторы, которые необходимо учитывать при выборе цветового оформления помещения для компенсации негативного влияния условий труда и климата [19].

Таблица 3 – Рекомендации по цветовому оформлению помещений

Факторы	Цветовая гамма		
	холодная	нейтральная	теплая
1	2	3	4
Районы страны:			
северные	-	х	х
центральные	х	х	х
южные	х	х	-
Ориентация окон:			
север	-	-	х
северо-восток	-	х	х
северо-запад	-	х	х
юг	х	-	-
юго-восток	х	х	-
юго-запад	х	х	-

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
Температура воздуха:			
повышенная	х	-	-
нормальная	х	х	х
пониженная	-	-	х
Факторы	Цветовая гамма		
	холодная	нейтральная	теплая
Характер работы:			
нормальный	х	х	х
повышенная интенсивность	х	х	-
монотонный	-	-	х
Зрительное напряжение:			
нормальное	х	х	х
повышенное	х	х	-

Планирование производственного цеха (отдела) — это план размещения в помещении цеха оборудования, инженерных сетей, рабочих мест, проездов, проходов. Планирование — довольно сложный и ответственный этап проектирования, поскольку в процессе его разработки необходимо скоординировать и решить вопросы по организации производства, оптимизации технологических процессов, выбору транспортных средств, рациональной организации работы, соответствию требованиям охраны труда, безопасности, технической эстетики. В связи с этим, как правило, разрабатывается несколько рабочих планов, проводится их сравнительная оценка и выбирается конечный вариант [39].

Рабочее место является основным звеном производственной структуры цеха (отдела), поэтому очень важно, чтобы оно было рационально организовано. Для создания оптимальных условий труда на рабочем месте необходимо учитывать следующие **требования** [24]:

- экономические (повышение технической вооруженности труда; наиболее полное использование оборудования и рациональная организация рабочего места; выбор оптимальной технологии; устранение и уменьшение

ненужных затрат рабочего времени; строгая регламентация темпа и ритма работы);

- эргономические (установление соответствия скоростных, энергетических, зрительных и других физиологических возможностей человека в рассматриваемом технологическом процессе; введение рациональных режимов труда и отдыха; сокращение объема информации, снижение нервно-эмоциональных напряжений и физиологических нагрузок; профессиональный отбор);

- психофизиологические (установление соответствия закрепленных и сформированных привычек возможностям восприятия, памяти и мышления);

- антропометрические (установление соответствия орудий труда размерам, форме и массе тела человека, силе и направлению движений);

- санитарно-гигиенические (метеорологические условия, физико-химический состав воздушной среды, освещенность, уровень шума, вибрации, ультразвук, инфразвук, различные виды производственных излучений);

- эстетичные (соответствие эстетичных потребностей человека и реализованных решений рабочих мест);

- социальные (повышение профессиональной подготовки, содержательности труда, творческой активности работающих, эффективности управления производственными процессами).

Рациональная организация рабочего места позволяет создать необходимые условия для высокопроизводительной, ритмичной и безопасной работы на протяжении всей смены. Одним из основных условий обеспечения безопасности является выполнение эргономических требований. Вопросы организации рабочего места будут подробно рассмотрены в последующих разделах.

1.3 Примеры решения задач

Пример 1. Используя данные по выбросам предприятия в атмосферный воздух (табл. 4), определите категорию опасности предприятия.

Решение. Промышленные предприятия в зависимости от величины

выбросов вредных веществ в атмосферный воздух подразделяют на четыре категории опасности (КОП). Граничные условия для деления предприятий на категории в зависимости от величины показателя КОП приведены в табл. 5 [50].

Таблица 4 – Характеристика выбросов предприятия

Вещество	Класс опасности	Масса выброса, т/год	ПДКс.с, мг/м ³
Абразивная пыль	3	0,02384	0,04
Металлическая пыль	3	0,35590	0,15
Ангидрид сернистый	3	0,323513	0,050
Углерода оксид	4	13,0582	3,0

Таблица 5 – Граничные условия для деления предприятий на категории опасности

Категории опасности предприятий	Значения КОП
I	КОП ≥ 10 ⁶
II	10 ⁶ > КОП ≥ 10 ⁴
III	10 ⁴ > КОП ≥ 10 ³
IV	КОП < 10 ³

Расчет показателя категории опасности предприятия производится по формуле

$$\text{КОП} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{M_i}{\text{ПДК}_{\text{с.с}_i}} \right]^{A_i}, \quad (1)$$

где M_i – годовая масса выброса i -го вещества, т/год;

$\text{ПДК}_{\text{с.с}_i}$ – среднесуточная предельно допустимая концентрация i -го вещества, мг/м³;

A_i – безразмерная константа, позволяющая соотнести степень вредности i -го вещества с вредностью сернистого газа (табл. 6) [50].

При расчете величины КОП учитывают только те вредные вещества, для которых выполняется условие

$$M_i / ПДК_i > 1.$$

Таблица 6 – Значения A_i для веществ различных классов опасности

Константа	Класс опасности			
	1	2	3	4
A_i	1,7	1,3	1,0	0,9

Результаты расчетов соотношений $M_i / ПДК_i$ приведены в табл. 7.

Таблица 7 – Результаты расчетов соотношений $M_i / ПДК_i$

Вещество	$M_i / ПДК_i$	A_i	Учет при расчете КОП
Абразивная пыль	0,596	1	–
Металлическая пыль	2,373	1	+
Ангидрид сернистый	6,470	1	+
Углерода оксид	4,352	0,9	+

Как видно из данных табл. 7, при расчете КОП необходимо учитывать только выбросы металлической пыли, сернистого ангидрида и оксида углерода. Величина КОП, рассчитанная по формуле (1), составляет 12,6. В соответствии с данными табл. 5 предприятие относится к IV категории опасности, то есть предприятие характеризуется небольшими выбросами вредных веществ в атмосферу и значительной опасности не представляет.

Пример 2. В результате технического переоснащения, основанного на внедрении информационных технологий, в помещении на втором этаже производственного корпуса запланировано установить компьютеры. Определить, сколько компьютеризированных рабочих мест, оснащенных ПЭВМ, можно установить в данном помещении и как их разместить в соответствии с установленными нормами. Размер помещения: длина 7 м, ширина 4,5 м, высота 3,5 м.

Решение. Выбранное помещение соответствует требованиям

СН 245–71 и НПАОП 0.00-1.31-99 (подраздел 6.5). Определим количество компьютеризированных рабочих мест, которые можно разместить в данном помещении.

Согласно НПАОП 0.00-1.31-99 на одно рабочее место с ПЭВМ должно приходиться не менее 6 м^2 . Площадь выбранного помещения составляет $31,5 \text{ м}^2$, следовательно, в нем можно разместить 5 рабочих мест. Такое количество достаточно для переоснащения производства.

Проверим соответствие объема помещения нормативным требованиям – не менее 20 м^3 на одно рабочее место (НПАОП 0.00-1.31-99). Объем помещения составляет $110,25 \text{ м}^3$, то есть на одно рабочее место – $22,05 \text{ м}^3$, что соответствует требованиям.

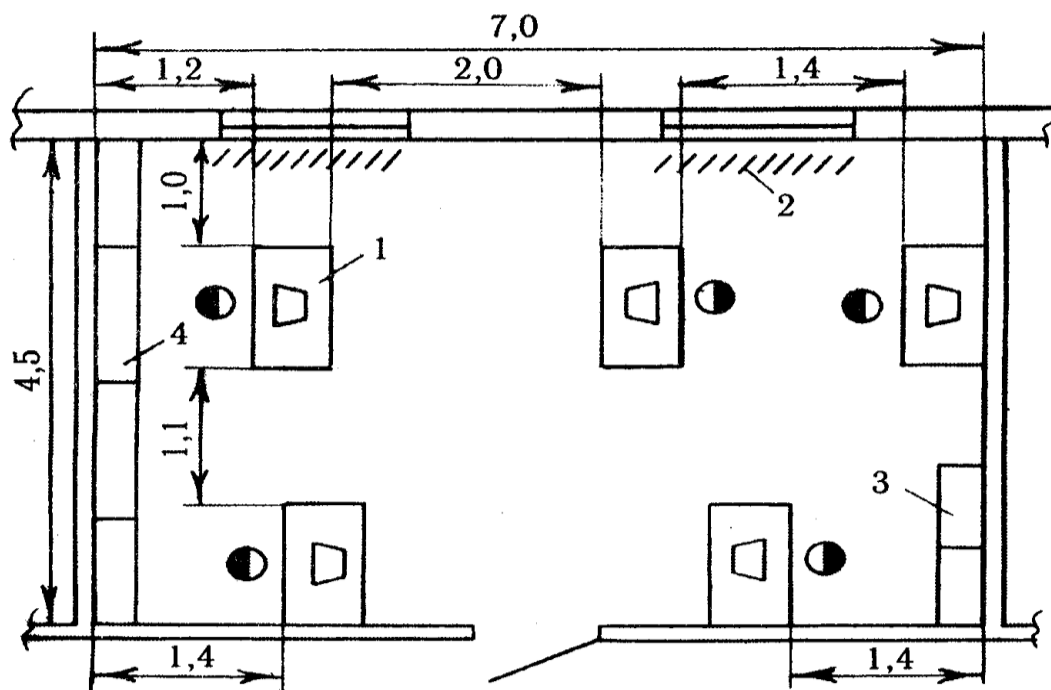
Размещение рабочих мест в помещении проводится с учетом требований, предъявляемых НПАОП 0.00-1.31-99 к расстояниям между рабочими местами и к рабочей мебели (подраздел 6.5). Лучше разместить рабочие места рядами вдоль стены с окнами. Это дает возможность исключить отражения на экранах мониторов источников света и улучшить условия для зрительной работы. На рис. 1 приведен вариант размещения рабочих мест в помещении.

Пример 3. Определить рациональное цветовое оформление помещения, в котором расположены компьютеризированные рабочие места. Здание находится в центральном районе страны. Окна ориентированы на юг. Температура воздуха в помещении нормальная. Характер работы монотонный, с высокой зрительной нагрузкой.

Решение. Рекомендации по цветовому оформлению помещений приведены в табл. 3. Для компенсации негативного влияния условий труда и климата (район расположения, ориентация окон и температура воздуха) в данном случае наиболее рациональным является выбор холодной цветовой гаммы. Для компенсации негативного влияния монотонности труда рекомендуется использовать теплую гамму цветов. При высокой зрительной нагрузке лучше использовать холодные цвета.

Таким образом, с учетом всех факторов можно рекомендовать для цветового оформления данного помещения холодную цветовую гамму. Для снижения негативного влияния монотонности труда можно рекомендовать перераспределение работы во времени или проведение профилактических

упражнений.



- 1 — рабочие места с ПЭВМ; 2 — солнцезащитные жалюзи;
3 — шкафы для хранения дискет и программного обеспечения;
4 — шкафы для хранения документации и специальной литературы

Рисунок 1 – План производственного помещения с компьютеризированными рабочими местами

Пример 4. Определить тип и необходимое количество первичных средств пожаротушения. Вычислительный зал (площадь 1200 м^2) находится в административном корпусе предприятия.

Решение. Необходимое количество огнетушителей и их тип определяются в зависимости от огнетушащей способности, защищаемой площади, категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности, а также от класса пожара, типа горючих веществ и материалов.

Категория взрывопожарной и пожарной опасности определяется в соответствии с ОНТП 24-86 «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности».

Здание относится к категории А, если в нем суммарная площадь помещений категории А превышает 5% площади всех помещений или 200 м^2 . Здание относится к категории Б, если одновременно выполняются два

условия:

- здание не принадлежит к категории А;
- суммарная площадь помещений категории А и Б превышает 5% площади всех помещений или 200 м².

Здание относится к категории В, если одновременно выполняются два условия:

- здание не принадлежит к категориям А или Б;
- суммарная площадь помещений категорий А, Б и В превышает 5% (10%, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) площади всех помещений.

Здание относится к категории Г, если одновременно выполняются два условия:

- здание не принадлежит к категориям А, Б или В;
- суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г превышает 5% площади всех помещений.

Если здание не принадлежит к категориям А, Б, В или Г, то, значит, категория здания может быть определена как Д.

Категория помещения определяется с помощью таблицы, приведенной в приложении А. Определение категории необходимо осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям, следуя от наивысшей (категория А) до наименьшей (категория Д).

В нашем случае помещение и здание относятся к категории Д.

Категории пожаров в соответствии с международным стандартом (ISO №3941-77) приведены в табл. 8.

Выбор типа и количества огнетушителей для оснащения помещения производится на основе рекомендаций, представленных в таблицах приложения Б. В нашем случае возможно загорание электрооборудования, то есть класс возможного пожара Е. Исходя из категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности (Д) и защищаемой площади (1200 м²) в соответствии с рекомендациями определяем, что для защиты помещения вычислительного зала необходимы 2 порошковых огнетушителя емкостью 5 литров или 2 углекислотных огнетушителя емкостью 5 литров.

Таблица 8 – Классификация пожаров

Класс пожара	Характеристика веществ и материалов или горящего объекта
А	Твердые вещества, преимущественно органического происхождения, горение которых сопровождается тлением (дерево, текстиль, бумага)
В	Горючие жидкости или твердые вещества, которые расплавляются при нагревании (нефтепродукты, спирты, каучук, стеарин, некоторые синтетические материалы)
С	Горючие газы
Д	Металлы и их сплавы (алюминий, магний, щелочные металлы)
Е	Оборудование под напряжением

1.4 Контрольные вопросы и задания

1 Какие факторы необходимо учитывать при выборе промышленной площадки для строительства объекта?

2 Каково назначение санитарно - защитной зоны предприятия и от чего зависит ее размер?

3 Охарактеризовать основные положения, которые необходимо учитывать при разработке генерального плана промышленного предприятия.

4 Какие факторы необходимо учитывать при выборе формы и размеров производственных зданий?

5 Охарактеризовать основные положения, которые необходимо учитывать при размещении оборудования.

6 Какую роль играет цветовое оформление производственных помещений?

7 Какие требования необходимо учитывать для создания оптимальных условий труда на рабочем месте?

8 Предприятие в атмосферный воздух выбрасывает 5,167 т/год диоксида азота и 31,523 т/год аммиака. Определить категорию опасности предприятия.

9 В результате реконструкции механического цеха запланировано установить дополнительно 3 шлифовальных станка. Определить возмож-

ность реализации предложения. Исходные данные: количество рабочих мест до реконструкции – 22; длина цеха 30 м, ширина 4 м, высота 6 м.

10 Определить рациональное цветовое оформление помещения, в котором расположены компьютеризированные рабочие места. Здание находится в центральном районе страны. Окна ориентированы на юго-запад. Температура воздуха в помещении пониженная. Работа характеризуется высокой зрительной нагрузкой.

11 Определить тип и необходимое количество первичных средств пожаротушения для защиты механического цеха площадью 3400 м².

2 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ К ОБОРУДОВАНИЮ И ПРОЦЕССАМ

2.1 Общие требования безопасности к оборудованию

Основными **требованиями** безопасности, предъявляемыми к конструкции оборудования, машин и механизмов, являются [24]:

- безопасность для здоровья и жизни человека на всех стадиях функционирования (монтаж, демонтаж, эксплуатация, ремонт, транспортировка, хранение),
- надежность эксплуатации,
- удобство эксплуатации,
- безопасность для окружающей среды (при эксплуатации не должно происходить загрязнение окружающей среды).

Общие требования безопасности установлены ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности». Согласно этому стандарту безопасность производственного оборудования должна обеспечиваться за счет следующих **мероприятий**:

- выбор принципа действия, схемы, элементов и соответствующих материалов;
- применение в конструкции оборудования средств защиты;
- применение в конструкции средств механизации, автоматизации и дистанционного управления;
- выполнение эргономических требований;

- включение требований безопасности в техническую документацию по монтажу, эксплуатации, ремонту, транспортированию и хранению.

Выбор принципа действия, конструктивного решения и отдельных элементов оборудования должен производиться с учетом потенциально возможных опасных и вредных производственных факторов (ОиВПФ). В оборудовании не должны использоваться системы и элементы, являющиеся источником ОиВПФ, а в случае необходимости их применения в конструкции оборудования должны предусматриваться соответствующие средства защиты. Защитные устройства должны (желательно):

- решать несколько задач одновременно;
- вписываться в контуры основного оборудования, по возможности конструктивно совмещаясь с машинами и агрегатами, являясь их составной частью.

Применение в конструкциях оборудования средств механизации и автоматизации управления позволяет резко снизить травматизм и является одним из основных направлений улучшения условий труда. В машиностроении в настоящее время действуют сотни автоматических линий для обработки деталей и сборки сборочных единиц. Особенности автоматических линий и роботизированных комплексов приведены в разделе 4.

Производственное оборудование должно соответствовать эргономическим требованиям. Эргономика решает задачи оптимального взаимодействия человека и машина. Предметом ее исследования является не техника сама по себе и не только человек, как субъект производства, а система «человек – машина», все элементы которой рассматриваются в единстве и взаимодействии с конечной целью согласования физических и психических возможностей человека, его эстетических вкусов и других качеств с параметрами современных технических средств. Выполнение эргономических требований способствует обеспечению удобства эксплуатации, а следовательно, снижению утомляемости и травматизма. Основными эргономическими требованиями к производственному оборудованию являются учет физических, физиологических, психологических возможностей человека и его антропометрических данных (рост, длина рук и т.п.), а также создание максимального удобства для работы с органами управления. Эргономиче-

ские требования к оборудованию регламентируются ГОСТ 12.2.049-80. ССБТ. «Оборудование производственное. Общие эргономические требования». Эргономические требования к оборудованию и организации рабочих мест рассмотрены в разделе 3.

Перечисленные требования охраны труда должны выполняться на **всех этапах создания** новых образцов оборудования:

- разработки технического задания на проектирование;
- конструкторской разработки;
- экспертизы проектов технической документации для контроля соответствия требованиям безопасности;
- испытания опытно-промышленных образцов (партий) для определения технических и эксплуатационных показателей;
- приемочных испытаний (контролируются основные рабочие характеристики оборудования, а также параметры, характеризующие производственные факторы);
- разработки технической документации по монтажу, эксплуатации, ремонту, транспортированию и хранению производственного оборудования.

Выполнение указанных требований **в полном объеме** возможно только в том случае, когда их учет производится, начиная с этапа проектирования. Поэтому принят соответствующий порядок постановки оборудования на производство, в соответствии с которым во всех видах проектной документации должны быть предусмотрены требования безопасности. Они содержатся в специальном разделе технического задания, технических условий и стандартов на выпускаемое оборудование.

2.2 Средства защиты

Применение в конструкции машин средств защиты – одно из основных направлений по обеспечению безопасности. **Средства обеспечения безопасности** – это конструктивное, организационное, материальное воплощение, конкретная реализация принципов и методов защиты. **Способы защиты** человека от неблагоприятных факторов могут быть активными и пассивными. Способы **активной защиты** связаны с выявлением причин

и источника неблагоприятного фактора и воздействием на него. При невозможности активной защиты применяется **пассивная защита**. В этом случае источник неблагоприятного воздействия остается, но осуществляются мероприятия, направленные на исключение или снижение влияния этих факторов на человека. Пассивная защита может быть **общей** (коллективной) или **индивидуальной**. В первом случае происходит защита всего пространства, где находится человек (например, вентиляция воздуха в помещении). Во втором случае используют средства защиты. **Средства защиты** делятся на 2 группы:

- средства коллективной защиты (СКЗ),
- средства индивидуальной защиты (СИЗ).

СКЗ **классифицируются** в зависимости от опасных и вредных факторов (средства защиты от шума, вибрации, электростатических зарядов и т.д.), а СИЗ - в основном в зависимости от защищаемых органов (средства защиты органов дыхания, рук, головы, кожи и т.д.).

По техническому **исполнению** СКЗ делятся на следующие группы: ограждения, блокировки, тормозные средства, предохранительные устройства, световая и звуковая сигнализации, цвета и знаки безопасности, устройства автоматического контроля и управления, заземление и зануление, вентиляция, отопление, освещение, изолирующие, герметизирующие средства и т.д.

К СИЗ относятся противогазы и респираторы, маски, различные виды специальной одежды и обуви, рукавицы, перчатки, каски, шлемы, защитные очки, предохранительные пояса, дерматологические средства и др. Эти средства следует рассматривать как вспомогательные и временные меры защиты от опасных и вредных факторов.

Рассмотрим средства защиты, предусмотренные в **конструкции оборудования**. Общими **требованиями**, предъявляемыми к этим средствам защиты, являются:

- исключение вероятности воздействия опасных и снижение воздействия вредных производственных факторов на работающих;
- учет индивидуальных особенностей оборудования, инструмента, приспособлений или технологических процессов, для которых они предназначены;

- надежность, прочность, удобство обслуживания машин и механизмов в целом, включая средства защиты.

Классификация средств защиты:

- ограждающие устройства,
- предохранительные средства,
- средства автоматического контроля и сигнализации, в том числе цвета и знаки безопасности,
- средства дистанционного управления,
- специальные средства.

Ограждающие устройства – класс средств защиты, препятствующий попаданию человека в опасную зону. Конструктивные решения ограждающих устройств весьма многообразны. Они зависят от вида оборудования, расположения человека в рабочей зоне, специфики ОиВПФ, сопровождающих технологический процесс.

В соответствии с ГОСТ 12.4.125-83 ССБТ «Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация» ограждающие устройства **подразделяют**:

- по конструктивному исполнению - кожухи, дверцы, щиты, козырьки, планки, барьеры и экраны;
- по способу их изготовления -сплошные, несплошные (перфорированные, сетчатые, решетчатые) и комбинированные;
- по способу их установки - стационарные и передвижные.

Предохранительные защитные средства предназначены для автоматического отключения агрегатов и машин при отклонении какого-либо параметра, характеризующего режим работы оборудования, за пределы допустимых значений. В соответствии с ГОСТ 12.4.125-83 ССБТ предохранительные устройства по характеру действия подразделяют на блокировочные и ограничительные устройства.

Блокировочные устройства (их назначение - препятствовать проникновению человека в опасную зону либо на время пребывания его в этой зоне устранять опасный фактор) по принципу действия подразделяют на механические, электронные, электрические, электромагнитные, пневматические, гидравлические, оптические, магнитные и комбинированные.

Ограничительные устройства по конструктивному исполнению подразделяют на муфты, штифты, клапаны, шпонки, мембраны, пружины, сальфоны и шайбы. Назначение – отключение оборудования при перегрузках, их принцип работы – введение слабого звена, рассчитанного на разрушение или несрабатывание при перегрузках. Слабые звенья делятся на две основные группы: звенья с автоматическим восстановлением кинетической цепи после того, как контролируемый параметр пришел в норму (например, муфты трения), и звенья с восстановлением кинетической цепи путем замены слабого звена (например, штифты и шпонки). Срабатывание слабого звена приводит к остановке машины на аварийных режимах, что позволяет исключить поломки, разрушения и, следовательно, травматизм.

Наличие контрольно-измерительных приборов – одно из условий безопасной и надежной работы оборудования. Эффективность их использования повышается при объединении их с системами сигнализации. Существует несколько классификаций **средств контроля и сигнализации**:

- по назначению – информативные, предупреждающие, аварийные и ответные;
- по характеру сигнала – звуковые, световые, цветовые, знаковые и комбинированные;
- по характеру подачи сигнала – постоянные и пульсирующие.

ГОСТ 12.4.026-76 ССБТ «Цвета сигнальные и знаки безопасности» предусматривает применение четырех сигнальных цветов: красного, желтого, зеленого и синего (табл. 9).

Выбор сигнальных цветов научно обоснован [24]:

- красный цвет - увеличивает кровяное давление и возбуждающе действует на людей, вызывает условный рефлекс, направленный на самозащиту, поэтому используется для предупреждения о непосредственной опасности, требующей немедленной реакции;
- желтый цвет - стимулирует зрение, но не оказывает столь интенсивного воздействия, как красный, способствует сосредоточению внимания; используется для обозначения возможной опасности;
- зеленый цвет - понижает кровяное давление, действует успокаивающе, традиционно ассоциируется с отсутствием опасности, используется как сигнал безопасности.

Таблица 9 – Назначение сигнальных цветов

Цвет	Назначение
Основные цвета	
Красный	Запрещение, непосредственная опасность, средства пожаротушения («Стоп», «Запрещение», «Явная опасность»)
Желтый	Предупреждение, возможная опасность («Внимание», «Предупреждение о возможной опасности»)
Зеленый	Безопасность, предписание («Безопасность», «Разрешение», «Путь свободен»)
Синий	Указание, информация («Информация»)
Вспомогательные цвета	
Белый	Для усиления контраста основных сигнальных цветов
Черный	

Установлено также, что скорость возникновения зрительных ощущений от раздражителей разного цветового тона неодинакова. Сила ощущения возрастает по мере перехода от зеленого к красному. Это также соответствует принятым значениям цветов безопасности.

ГОСТ 12.4.026-76 ССБТ «Цвета сигнальные и знаки безопасности» установлены четыре **группы знаков безопасности** (табл. 10).

Таблица 10 – Характеристика знаков безопасности

Тип знака	Изображение знака
Запрещающие	Красный круг с белым полем внутри и символическим изображением черного цвета, перечеркнутым красной полосой
Предупреждающие	Желтый равносторонний треугольник вершиной кверху с символическим изображением черного цвета
Предписывающие	Зеленый квадрат с символическим изображением черного цвета на белом фоне или надписью
Указательные	Синий прямоугольник с символическим изображением или надписью черного цвета внутри белого квадрата

Следует отметить, что выбор построен на взаимосвязи формы знака безопасности и его цвета.

Устройства для дистанционного управления оборудованием позво-

ляют осуществлять контроль и регулирование его работы с участков, достаточно удаленных от опасной зоны, и тем самым решать проблему безопасности труда. Устройства дистанционного управления **подразделяют**:

- по конструктивному исполнению – стационарные и передвижные;
- по принципу действия – механические, электрические, пневматические, гидравлические и комбинированные.

Примером **специальных средств** защиты являются тормозные. Назначение **тормозных средств** защиты – уменьшение времени выбега машины (постепенное уменьшение числа оборотов машины с момента прекращения подачи энергии до момента остановки этой машины). Отсутствие таких средств делает машину неуправляемой в течение времени выбега.

Тормозные устройства **подразделяются**: по конструктивному исполнению – на колодочные, дисковые, конические и клиновые; по принципу действия – на механические, электромагнитные, пневматические, гидравлические и комбинированные.

Тормозные средства должны обеспечивать быструю остановку рабочей машины при минимальном времени выбега, быть простыми по устройству и надежными в работе. Органы управления тормозами должны располагаться так, чтобы они были доступными с любого положения оператора в пределах рабочего места, и в случае надобности дублироваться. Наиболее эффективна блокировка тормозов с пусковыми устройствами. В этих случаях пусковые и тормозные устройства связываются такой зависимостью, при которой вслед за выключением двигателя автоматически приводятся в действие тормоза.

2.3 Общие требования безопасности к процессам

Общие требования безопасности к производственным процессам установлены ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности». Согласно ГОСТу безопасность процессов обеспечивается выполнением следующих мероприятий :

- выбор технологического процесса и режима работы;

- выбор производственного помещения или промышленной площадки;
- выбор производственного оборудования, его размещение и организация рабочих мест;
- рациональное распределение функций между человеком и оборудованием;
- выбор способов хранения и транспортировки исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов;
- профессиональный отбор и обучение работающих;
- включение требований безопасности в нормативно-технические документы.

При **выборе технологического процесса и режима работы** учитывают [24, 43]:

- наличие опасных и вредных производственных факторов, возможность их устранения и защиты от них;
- возможность механизации и автоматизации производства, применения дистанционного управления;
- внедрение систем контроля и управления процессами, обеспечивающих защиту работающих и аварийное отключение производственного оборудования;
- своевременное получение информации о возникновении ОиВПФ на отдельных технологических операциях;
- обеспечение пожарной и взрывной безопасности процесса;
- выполнение требований охраны окружающей среды;
- другие факторы.

При **выборе производственного помещения** или промышленной площадки (для процессов, осуществляемых вне помещений) учитывают соответствие помещений и площадок требованиям строительных норм и правил, а также стандартам безопасности – уровни производственных факторов на рабочих местах не должны превышать допустимые значения. Основные требования к санитарно-гигиеническим условиям в производственных помещениях представлены в приложениях В, Г и Д.

Следующим мероприятием является **выбор производственного оборудования, его размещение и организация рабочих мест**. Оборудование

должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91 (раздел 2.1). Размещение выбранного оборудования и организацию рабочих мест необходимо осуществлять с учетом минимизации опасных и вредных производственных факторов.

При **организации рабочих мест** руководствуются следующими принципами, изложенными в ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам»: конструкция рабочего места, его размеры и взаимное расположение его элементов (органов управления, средств отображения информации, кресел, вспомогательного оборудования и т.п.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психофизиологическим данным человека и характеру работы.

Конструкция рабочего места должна обеспечивать:

- удобную **рабочую позу** человека, что достигается регулированием положения кресла, высоты и угла наклона подставки для ног при ее применении и (или) высоты и размеров рабочей поверхности;
- **выполнение** трудовых операций в зонах моторного поля (оптимальной, легкой досягаемости, досягаемости) в зависимости от требуемой точности и частоты действий (определение зоны моторного поля производится согласно требованиям ГОСТов в зависимости от рабочего положения);
- **возможность** изменения рабочей позы;
- **устойчивое** положение и **свободу** движений работающего, **безопасность** выполнения трудовых функций - исключать или допускать в редких случаях кратковременную работу в неудобных позах, вызывающих повышенную утомляемость;
- необходимый **обзор** наблюдений – средства отображения информации (СОИ) должны быть размещены в зонах информационного поля рабочего места с учетом частоты и значимости поступающей информации, типа СОИ, точности и скорости слежения и считывания;
- **возможность** управления - органы управления (ОУ) должны быть размещены с учетом рабочей позы, функционального назначения ОУ, частоты применения, последовательности использования, функциональной связи с соответствующими СОИ; расстояние между ОУ должны исключать

возможность изменения положения ОУ при манипуляции со смежными органами;

– рациональное **размещение** технологической и организационной оснастки на рабочем месте;

– **безопасность** выполнения работ - достигается за счет выполнения комплекса мероприятий; при наличии работ, связанных с воздействием на работающих опасных и (или) вредных производственных факторов, рабочее место должно быть оснащено средствами защиты, средствами пожаротушения и спасательными средствами; взаимное расположение и компоновка рабочих мест должны обеспечивать безопасный доступ на рабочее место и возможность быстрой эвакуации; организация, размещение и состояние рабочих мест должны обеспечивать безопасное передвижение работающих и транспортных средств, удобное и безопасное обслуживание и ремонт оборудования;

– выполнение требований **технической эстетики** за счет цветового решения рабочего места.

Рациональное распределение функций между человеком и оборудованием заключается в передаче машинам тяжелой, монотонной работы, снижении тяжести и напряженности труда человека. Человеку необходимо оставлять творческие виды работ, а также те области, где его возможности выше, чем у машины (табл. 11) [9, 53].

Таблица 11 - Сравнение функциональных характеристик человека и машины

Характеристика	Человек	Машина
Способность интегрировать разнородные элементы в единую систему	Есть	Частично
Способность предвидеть события внешнего мира	Есть	Нет
Возможность решения нечетко сформулированных задач	Есть	Нет

Продолжение таблицы 11

Характеристика	Человек	Машина
----------------	---------	--------

Возможность распознавать ситуации внешнего мира	Есть	Нет
Способность ориентироваться во времени и пространстве	Есть	Частично
Способность самонаблюдения	Есть	Нет
Тип решаемых проблем	Общий	Частный
Способность генерировать идеи	Есть	Нет
Способность работать в непредвиденных ситуациях	Есть	Нет
Способность к повышению своих возможностей	Есть	Нет
Способность к непрерывной работе	Частично	Есть
Точность и скорость операций	Малая	Большая
Способность использовать избыточную или недостаточную информацию	Есть	Нет
Способность к проверке	Плохая	Хорошая
Способность к обучению	Хорошая	Плохая
Способность к обобщению	Есть	Нет
Гибкость	Высокая	Частичная

Выбор способов хранения и транспортировки исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов производства обеспечивается применением способа хранения, транспортных устройств, исключающих образование ОиВПФ, а также максимальной механизацией и автоматизацией погрузочно-разгрузочных и транспортных работ.

Важнейшим мероприятием является **профессиональный отбор и обучение работников**. К работникам предъявляются следующие требования [18, 31, 53]:

- соответствие их физиологических, психофизиологических, психологических и в отдельных случаях антропометрических особенностей (возможностей) характеру работ;
- прохождение медицинского освидетельствования при допуске к работе и периодически во время работы;
- соответствие профессиональной подготовки характеру работ;

– знания требований безопасности, проверяемые при допуске к работе и периодически во время работы.

Включение требований безопасности **в нормативно-технические документы** является обязательным. Все документы должны содержать следующие разделы: общие положения; требования к производственным процессам; требования к помещениям и площадкам; требования к исходным материалам, заготовкам и полуфабрикатам; требования к размещению оборудования и организации рабочих мест; требования к хранению и транспортировке исходных материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов производства; требования к персоналу; требования к применению средств защиты; методы контроля выполнения требований безопасности.

Требования безопасности к конкретным видам процессов будут рассмотрены в последующих разделах. Особого внимания требуют процессы, которые присутствуют практически во всех производствах – это процессы с использованием **объектов повышенной опасности**. К последним относят [27]:

- баллоны, сосуды и системы, находящиеся под давлением;
- подъемно-транспортное оборудование;
- электроустановки;
- газовое хозяйство;
- объекты, использующие радиоактивные вещества.

Организация безопасной работы таких объектов требует более жестких требований, так как опасность при их работе значительная и для людей, и для окружающей среды. **Дополнительные требования** к организации работ объектов повышенной опасности [11, 27, 33]:

- назначение **лица (лиц), ответственного** за проведение данного вида работ, категории ответственных и их количество устанавливаются в соответствующих нормативных документах;
- более жесткие **требования к персоналу**: соответствующая квалификация, возраст (не моложе 18 лет), годность по состоянию здоровья, наличие удостоверения на право проведения таких работ, обучение и контроль знаний – 1 раз в квартал;

- **регистрация** объекта в органах государственного надзора до его пуска (если требуется по нормативным документам);
- **техническое освидетельствование** – первичное до пуска объекта, очередное и внеочередное в соответствии со сроками, указанными в нормативных документах.

Выполнение всех вышеперечисленных мероприятий обеспечивает безопасность проведения технологических процессов.

Для оценки технического состояния оборудования используют **коэффициент безопасности** оборудования. Оценка безопасности оборудования является важной составляющей аттестации рабочих мест. Она позволяет определить мероприятия по изменению оборудования в соответствии с требованиями стандартов безопасности.

Безопасность оборудования оценивается коэффициентом безопасности K_6 , который равен 100 %, если оборудование соответствует требованиям стандартов безопасности на данный вид оборудования [13].

Суть **методики оценки** безопасности производственного оборудования:

- составляется список всех возможных нарушений требований безопасности, предъявляемых к данному виду оборудования;
- методом экспертной оценки определяется важность каждого из нарушений (составляется ранжированная последовательность нарушений);
- каждому из нарушений присваивается коэффициент весомости в соответствии с ранжированной последовательностью, при этом сумма всех весовых коэффициентов равна единице;
- оценивается наличие перечисленных нарушений для конкретного производственного оборудования; при этом необходимо принимать во внимание, что нарушением считается не только отсутствие какого-либо элемента, но и его неправильное исполнение;
- коэффициент безопасности конкретного оборудования определяется по формуле

$$K_6 = 100 \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n g_i}{1} \right), \quad (2)$$

где $\sum_{1}^n g_i$ - сумма коэффициентов весомости нарушений требований

безопасности, которые выявлены для данного оборудования.

Оценка безопасности оборудования позволяет определить оптимальную последовательность замены оборудования или его модернизации с целью достижения состояния безопасности в соответствии с требованиями стандартов.

2.4 Примеры решения задач

Пример 1. Отдел состоит из 5 рабочих мест с ПЭВМ. Анализ нормативных требований к данному виду оборудования позволил обнаружить следующие возможные нарушения требований безопасности: отсутствие защитного экрана от излучения; отсутствие необходимого места на рабочем столе; неудобное расположение места в помещении; несоответствующий уровень освещенности. Анализ фактического состояния рабочих мест показал существующие нарушения требований безопасности: рабочее место №1 - отсутствие защитного экрана от излучения; рабочее место №2 - несоответствующий уровень освещенности рабочей поверхности; рабочее место №3 - отсутствие необходимого места на рабочем столе; рабочее место №4 - неудобное расположение рабочего места в помещении и отсутствие защитного экрана от излучения; рабочее место № 5 - неудобное расположение рабочего места в помещении.

Рассчитать коэффициент безопасности оборудования отдела. Определить и обосновать последовательность модернизации.

Решение. Список возможных нарушений требований безопасности приведен в условиях примера. Составляем последовательность нарушений в соответствии с нашей экспертной оценкой (табл. 12) и определяем коэффициент весомости каждого нарушения.

Определяем коэффициент безопасности для каждого рабочего места с ПЭВМ по формуле (1):

$$\text{№ 1 - } K_b = 100 (1 - 0,333) = 66,7 \text{ \%};$$

$$\text{№ 2 - } K_b = 100 (1 - 0,233) = 76,7 \text{ \%};$$

$$\text{№ 3 - } K_b = 100 (1 - 0,30) = 70,0 \text{ \%};$$

$$\text{№ 4 - } K_b = 100 (1 - (0,333 + 0,133)) = 53,4 \text{ \%};$$

$$\text{№ 5 - } K_b = 100 (1 - 0,133) = 86,7 \text{ \%}.$$

Таблица 12 –Последовательность нарушений

Нарушения требований безопасности	Оценка, балл	Коэффициент весомости
Отсутствие защитного экрана от излучения	10	$10 / 30 = 0,333$
Отсутствие необходимого места на рабочем столе	9	$9 / 30 = 0,30$
Неудобное расположение рабочего места в помещении	4	$4 / 30 = 0,133$
Несоответствующий уровень освещенности рабочей поверхности	7	$7 / 30 = 0,233$
Вместе	30	1

Соответственно полученным коэффициентам безопасности определяем последовательность модернизации отдела: сначала рабочее место № 4 , потом – № 1, 3, 2, 5.

Пример 2. Рассчитать необходимый воздухообмен механического цеха. В цехе установлено оборудование, общая мощность которого составляет 170 кВт, средняя мощность одного электродвигателя не превышает 10 кВт. Коэффициент загрузки электродвигателей составляет не менее 0,8. В цехе работают 60 человек, категория работ по тяжести Пб (вес детали не превышает 10 кг). Помещение освещается 20 лампами мощностью 700 Вт, высота помещения составляет 7 м. Расчет произвести для периода года со средней температурой -10°C .

Решение. Расчет вентиляции механического цеха необходимо производить по выделению тепловых избытков, так как в местах выделения вредных веществ должна быть организована система местной вентиляции. Количество воздуха, которое необходимо подавать вентиляцией, $\text{м}^3/\text{с}$, определяют по следующей формуле [6, 39, 42]:

$$L = \frac{Q}{C\rho(t_{yx} - t_{пр})}, \quad (3)$$

где Q – количество тепла, выделяемого всеми источниками, кВт;

C – теплоемкость воздуха, кДж/(кг·К);

ρ – плотность воздуха при температуре $t_{пр}$, кг/м³;

t_{yx} , $t_{пр}$ – температура уходящего и приточного воздуха, °С.

Свойства воздуха в зависимости от его температуры $t_{пр}$ определяют по данным табл. 13. За температуру приточного воздуха принимают среднее значение температур воздуха для рассматриваемого периода года.

Таблица 13 – Физические свойства воздуха

Температура, °С	Теплоемкость, кДж/(кг·К)	Плотность, кг/м ³
- 20	1,009	1,395
- 10	1,009	1,342
0	1,005	1,293
10	1,005	1,247
20	1,005	1,205
30	1,005	1,165
40	1,005	1,128

Температуру уходящего воздуха определяют исходя из требуемого значения температуры рабочей зоны:

$$t_{yx} = t_{р.з} + \Delta t(H - 2), \quad (4)$$

где $t_{р.з}$ – температура воздуха рабочей зоны (выбирают в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005-88 в зависимости от категории работ по тяжести и периода года по табл. В.1 приложения В), °С;

H – высота помещения, м;

Δt – градиент увеличения температуры по высоте (принимает значение в интервале 0,5 - 1,5), °С/м.

Температура воздуха рабочей зоны, в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005-88 для категории работ по тяжести Пб для холодного пери-

ода года (средняя температура составляет -10°C) составляет 18°C . Тогда температура уходящего воздуха составляет:

$$t_{yx} = 18 + 1,0 \cdot (7 - 2) = 23^{\circ}\text{C}.$$

Свойства приточного воздуха при температуре -10°C определяем по данным табл. 13:

$$\rho = 1,342 \text{ кг/м}^3, \quad C = 1,009 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}.$$

Основными источниками выделения тепла в механических цехах являются [6]:

- тепловыделения станков;
- тепловыделения от ламп искусственного освещения;
- тепловыделения от работающих людей;
- тепловыделения от солнечной радиации.

Тепловыделения от станков, кВт, зависят от мощности установленных электродвигателей, степени ее использования, условий работы станков и определяются по формуле

$$Q = N k_{\text{заг}} k_{\text{од}} \eta_1^{-1}, \quad (5)$$

где N - номинальная мощность электродвигателей станков, кВт;

$k_{\text{заг}}$ - коэффициент загрузки электродвигателей (0,5 - 0,8);

$k_{\text{од}}$ - коэффициент одновременной работы (0,5 - 1,0);

η_1 - коэффициент полезного действия при данной загрузке.

Коэффициент полезного действия при данной загрузке определяется по формуле

$$\eta_1 = \eta k_{\Pi}, \quad (6)$$

K_{Π} – поправочный коэффициент, учитывающий полноту загрузки (при коэффициенте загрузки, большем или равном 0,8, поправочный коэффициент равен 1, при меньших значениях определяется по каталогам);

η - коэффициент полезного действия электродвигателя при полной нагрузке, определяется по каталогам или по данным табл. 14.

Таблица 14 – Зависимость коэффициента полезного действия электродвигателя от его номинальной мощности, кВт

N	Менее 0,5	0,5...5	5...10	10...28	28...50	Более 50
η	0,75	0,84	0,85	0,88	0,9	0,92

Количество тепла, выделяемого станками, определяем по формулам (5), (6) и данным табл. 14:

$$Q = 170 \cdot 0,8 \cdot 0,7 / 0,85 = 112 \text{ кВт.}$$

Количество тепла, выделяемого работающими людьми, Вт, определяют по формуле

$$Q = n q, \quad (7)$$

где q – тепловыделения одного человека, Вт/чел.;

n – количество работающих людей, чел.

Тепловыделения одного человека принимаем равным 80 Вт. Тогда количество тепла, выделяемого работающими людьми, составляет 4,8 кВт.

Количество тепла, выделяемого источниками искусственного освещения, Вт, определяют по формуле

$$Q = P E, \quad (8)$$

где P – мощность ламп с учетом их количества, Вт;

E – коэффициент, учитывающий потери тепла (0,55).

Количество тепла, выделяемого источниками искусственного освещения, соответственно равно:

$$Q = 700 \cdot 20 \cdot 0,55 = 7700 \text{ Вт} = 7,7 \text{ кВт.}$$

Тепловыделения от солнечной радиации, Вт, определяют по формуле

$$Q = m S k Q_c, \quad (9)$$

где m – количество окон;

S – площадь одного окна, м^2 ;

k – коэффициент, учитывающий остекление оконных проемов (для двойного остекления равен 0,6);

Q_c – тепло, поступающее от одного окна, $\text{Вт}/\text{м}^2$.

В данном случае выделениями тепла от солнечной радиации (холодный период года) мы можем пренебречь.

Количество воздуха, которое необходимо подавать вентиляцией, определяем по формуле (3)

$$L = \frac{112 + 4,8 + 7,7}{1,009 \cdot 1,342 (23 - (-10))} = 2,8 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Рассчитанная система вентиляции обеспечит выполнение нормативных требований по качеству воздуха рабочей зоны.

Пример 3. Рассчитать систему вентиляции вычислительного зала. Исходные данные для расчета: длина зала 10 м, ширина 6 м, высота 3,2 м, количество рабочих мест – 10. Оборудование занимает 15% объема помещения. Вычислительный зал расположен в административном корпусе.

Решение. Расчет вентиляции производственного помещения, в котором отсутствуют источники выделения вредностей, производят по количеству работающих людей [18, 42].

Необходимое количество воздуха, м³/ч, которое обеспечивает соответствие параметров воздуха рабочей зоны нормативным требованиям, определяется по формуле

$$L = L' N, \quad (10)$$

где L' - нормативное количество воздуха на одного работающего, зависит от удельного объема помещения, определяется по приложению В, м³/(ч·чел.);

N – количество рабочих мест.

Удельный объем помещения V_n , м³/чел., определяется по формуле

$$V_n = V / N, \quad (11)$$

где V – объем помещения, м³.

Свободный объем помещения составляет:

$$V = A \cdot B \cdot H \cdot 0,85 = 10 \cdot 6 \cdot 3,2 \cdot 0,85 = 163,2 \text{ м}^3.$$

Удельный свободный объем составляет:

$$V' = V / N = 163,2 / 10 = 16,3 \text{ м}^3 / \text{чел.} < 20 \text{ м}^3 / \text{чел.}$$

Нормированное количество воздуха на одного работника при $V' < 20 \text{ м}^3/\text{чел.}$ составляет $30 \text{ м}^3/(\text{ч}\cdot\text{чел.})$ согласно табл. В.5 приложения В.

Минимальное необходимое количество воздуха для вентиляции данного помещения составляет:

$$L = L' N = 30 \cdot 10 = 300 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Рассчитанная система вентиляции обеспечит выполнение нормативных требований по качеству воздуха рабочей зоны.

2.5 Контрольные вопросы и задания

1 Охарактеризовать основные требования, предъявляемые к производственному оборудованию, и мероприятия по реализации этих требований.

2 По какому принципу классифицируются средства и методы обеспечения безопасности?

3 Какие типы средств защиты предусмотрены в конструкции оборудования? Охарактеризуйте их назначение и виды.

4 Какие цвета и знаки безопасности используются в охране труда?

5 Перечислить мероприятия, обеспечивающие безопасность проведения производственных процессов.

6 Какие принципы используются при организации рабочих мест и что должна обеспечивать конструкция рабочего места?

7 Перечислить требования, которые предъявляются к персоналу.

8 Назвать основные процессы с использованием объектов повышенной опасности.

9 Охарактеризовать дополнительные мероприятия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию объектов повышенной опасности.

10 В чем заключается методика определения коэффициента безопасности оборудования?

11 Рассчитать коэффициент безопасности оборудования участка. На участке расположено 15 металлообрабатывающих станков. Анализ состояния и уровня безопасности станков позволил определить следующие возможные нарушения требований безопасности:

- 1) отсутствие блокировки ограждения зоны резания;
- 2) отсутствие вводного выключателя;

- 3) повышенный уровень вибрации;
- 4) отсутствие местного освещения;
- 5) неудобное расположение органов управления;
- 6) несоответствующая форма и окраска органа аварийного отключения.

Перечень выявленных нарушений приведен в табл. 15. Определить и обосновать последовательность модернизации.

Таблица 15 – Характеристика оборудования участка цеха

Группы станков	Тип выявленных нарушений					
	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Станки № 1-4	+	–	–	+	+	–
Станки № 5-12	+	+	+	–	–	+
Станки № 13-15	–	+	+	–	+	–

12 Рассчитать необходимый воздухообмен цеха, длина которого 60 м, ширина 12 м, высота 6 м. Свободный объем помещения составляет 85%. В воздух цеха выделяется пыль в количестве 100 г/ч, ПДК которой составляет 4 мг/м³. Пыль равномерно распределена в воздухе помещения.

13 Рассчитать необходимый воздухообмен цеха, в котором отсутствуют источники выделения вредных веществ. Длина цеха 10 м, ширина 8 м, высота 4 м. Свободный объем помещения составляет 80%. Количество рабочих мест – 18. Чему равна кратность воздухообмена?

14 В термическом цехе, свободный объем которого 500 м³, установлено 3 электропечи, каждая мощностью 5 кВт. Вентиляционные отверстия расположены на высоте 5 м. Температура внешнего воздуха 22°C, температура воздуха рабочей зоны не должна превышать 26°C. На нагревание воздуха идет 70% мощности печи. Определить необходимый воздухообмен и его кратность в помещении, если местная вентиляция отсутствует.

15 Установите соответствие (в виде комбинации цифр и букв) функций средствам защиты, которые предусмотрены в конструкции оборудования:

Средство защиты	Функция
А) предохранительный клапан	1) предотвращение попадания человека в опасную зону
Б) пневматическое устройство для управления	2) отключение оборудования при отклонении показателей его работы за допустимые пределы
В) корпус станка	3) улучшение условий работы органов зрения
Г) цвета и знаки безопасности	4) информация о параметрах технологического процесса

3 ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ

3.1 Классификация эргономических требований

Эргономика — это наука, изучающая проблемы, возникающие в системе «человек – техника - среда», с целью оптимизации трудовой деятельности оператора, создания для него комфортных и безопасных условий, повышения за счет этого его производительности, сохранения здоровья и работоспособности. Предметом эргономики является трудовая деятельность человека, а объектом исследования — система «человек – техника - среда» [5, 50, 54] .

Основные понятия эргономики сосредоточены в ГОСТ 26387—84 «Система «человек - машина». Термины и определения». **Система «человек - машина» (СЧМ)** — это система, состоящая из человека-оператора (группы операторов) и машины, посредством которой осуществляется трудовая деятельность. **Человек-оператор (оператор)** — человек, осуществляющий трудовую деятельность, основу которой составляет взаимодействие с предметом труда, машиной и внешней средой через посредство информационной модели и органов управления. **Машиной** называют совокупность технических средств, используемых человеком-оператором в процессе деятельности.

Цель эргономики – создание таких условий, которые делают деятельность эффективной и обеспечивают комфорт для человека. Другими

словами, речь идет об определенных **совместимостях** характеристик человека, техники и производственной среды. Выделяют 5 видов совместимостей, обеспечение которых гарантирует успешное функционирование системы: информационная, энергетическая, биофизическая, пространственно-антропометрическая, технико-эстетическая.

Эффективность функционирования системы «человек – машина – среда» определяется **эргономическими требованиями** (ЭТ) к тем элементам системы, которые связаны с человеком при выполнении им трудовых действий. Существует несколько **классификаций** эргономических требований [5, 9, 53]. ЭТ делят на общие (характерны для группы систем) и частные. Выделяют следующие группы требований:

- ЭТ к оборудованию и параметрам его отдельных элементов;
- ЭТ к величинам рабочей (трудовой) нагрузки;
- ЭТ к организации рабочего места;
- ЭТ к факторам производственной среды.

Наиболее удобна для использования классификация ЭТ по иерархическому **предметно-функциональному принципу** (ГОСТ 20.39.108-85). Последовательность проектных процедур и состав компонентов (элементов) СЧМ, к которым предъявляются ЭТ, представлена в табл. 16 [9].

Эргономические требования, как видно из данных табл. 16, имеют широкую и разветвленную номенклатуру. Часть ЭТ поддается строгому количественному описанию и их характеристики установлены в ГОСТ, остальные, в силу своей специфичности, могут быть представлены описательно, на качественном уровне. Это, в первую очередь, относится к ЭТ, подлежащим учету при распределении функций, разработке алгоритмов деятельности и информационных моделей.

Таблица 16 – Номенклатура основных эргономических требований

Группа	Подгруппа	Характеристика элементов
Организация СЧМ	Распределение функций между человеком и машиной	Согласование функций
	Распределение функций между операторами	Распределение функций внутри коллектива
		Численность и классификация персонала

Продолжение таблицы 16

Группа	Подгруппа	Характеристика элементов
Организация деятельности оператора	Структура и алгоритм деятельности	Состав, последовательность и время выполнения операций и действий
		Используемые элементы рабочего места (РМ)
		Стереотипность и логическая сложность
		Пространственно-временные связи
	Информационная модель	Состав, объем и форма отображения информации
		Категория и алфавит кодирования
Технические средства деятельности оператора	Конструкция и компоновка рабочего места (РМ)	Организация и конструирование РМ
		Форма и размеры РМ
		Рабочее положение и позы
		Техническое обслуживание и ремонт
	Элементы РМ	Средства отображения информации (индикаторы, табло, сигнализаторы, мнемосхемы, графические средства предъявления информации)
		Органы управления (кнопки, клавиши, тумблеры, переключатели, регуляторы, рычаги, штурвалы и т.д.)
		Вспомогательные технические средства (оргтехоснастка, рабочий инструмент, рабочая одежда)
		Рабочее сидение, кресло человека-оператора

3.2 Организация системы «человек – машина» и деятельности операторов

Организация системы «человек – машина» заключается в **распределении функций** между человеком и машиной, а также между операторами внутри коллектива. Это позволяет определить структуру системы, численность и требуемую квалификацию персонала [9, 53].

Задачу распределения (согласования) функций между человеком и машиной нельзя решать только на основе инженерных подходов, тем более

что ни один из них не обладает необходимой универсальностью и эффективностью. Должны учитываться общеметодологические соображения, касающиеся социальной функции человека как субъекта труда, и результаты эргономических, психологических и других исследований. Важно также не нарушать определенную целостность структуры деятельности человека. Обоснование рационального или оптимального варианта распределения функций должно опираться на результаты количественных оценок качества выполнения задач человеком и машиной, а также методы оценки влияния этого качества на эффективность системы в целом. Методы качественных оценок, опирающиеся на перечни преимуществ и ограничений человека и машины, обладают существенными недостатками: они общие, не учитывают специфики взаимодействия человека с машиной, ограничений экономических и социальных факторов, а также вопросов мотивации деятельности человека. Они далеко не полностью охватывают имеющиеся временные и точностные параметры операций, выполняемых человеком. Но в настоящее время сопоставление возможностей человека и машины отражает в сущности один из наиболее главных принципов, используемых на практике при решении задачи распределения (согласования) функций. Этот принцип с перечнем преимущественных возможностей неоднократно подвергался уточнениям и дополнениям. В табл. 11 приведен один из вариантов такого перечня, составленный с учетом различных изменений [5, 9, 53].

В результате распределения функций между человеком и машиной получают исходные данные для обоснования объема информации и вида ее предъявления, а также для разработки информационных моделей, алгоритмов деятельности, программ для ЭВМ, критериев и методов профессионального отбора, программ, методов и средств профессиональной подготовки.

Исходными данными для выбора рационального варианта распределения функций являются:

- назначение и задачи, решаемые СЧМ;
- условия функционирования системы (характеристика входной информации, продолжительность непрерывной работы и т. д.);

- общесистемные требования к СЧМ (эффективность, надежность, стоимость, сроки разработки, допустимое количество специалистов по управлению и т. д.);
- требования к задачам человека по управлению и обслуживанию системы.

Эргономические требования, предъявляемые к выбору варианта распределения функций между человеком и машиной, реализуются с учетом возможностей человека и машины для выполнения конкретных операций, соответствия загрузки человека его возможностям, ответственности человека за результаты работы системы, мотивации деятельности человека в системе.

При проектировании оборудования необходимо предусмотреть такое распределение функций между человеком и системой управления оборудованием, такой уровень автоматизации технологического процесса, чтобы обеспечивалась высокая эффективность функционирования системы при оптимальной или допустимой степени тяжести и напряженности труда работающих. При этом должны быть ограничены не только верхний (чрезмерная нагрузка), но и нижний (недостаточная нагрузка) пределы рабочих нагрузок. Необходимо обеспечивать переменный темп выполнения трудовых действий в соответствии с динамикой работоспособности человека в течение смены. Работоспособность человека устойчива и находится на высоком уровне в течение всей смены, если скорость работы варьировать в пределах 20% от заданной в соответствии с кривой работоспособности.

Эргономические требования к **организации деятельности** включают комплекс требований, обуславливающих в основном информационное взаимодействие человека-оператора с технической частью СЧМ (подгруппы требований к алгоритму и структуре деятельности, информационным моделям, специальной и эксплуатационной документации) [5, 9, 53].

Эргономические требования к структуре и алгоритму деятельности представляют собой систему правил и положений, которые необходимо учитывать при проектировании. **Структура деятельности** представляет собой логическую и пространственно-временную организацию действий или операций, выполняемых человеком-оператором изолированно или совместно с машиной, с целью достижения определенной цели в заданных условиях. По

ГОСТ 26387—84 алгоритм деятельности представляет собой предписание, определяющее содержание и последовательность действий оператора в СЧМ. Разработка (проектирование) алгоритма и структуры деятельности является необходимым этапом при решении большинства эргономических вопросов в процессе проектирования СЧМ и эргономической оценки (экспертизы) ее на стадиях разработки.

Характерной чертой деятельности оператора является то, что он лишен возможности непосредственно наблюдать за управляемыми объектами и внешней средой, вынужден пользоваться информацией, поступающей к нему по каналам связи. Деятельность оператора совершается не с реальными объектами, а их заменителями или имитирующими их образами, которые называются информационными моделями — условными отображениями информации о состоянии объектов воздействия системы «человек — машина» и способов управления ими (ГОСТ 26387 —84). **Информационная модель** является тем источником информации, на основе которого оператор формирует образ реальной обстановки, производит анализ и оценку сложившейся ситуации, планирует управляющие воздействия, принимает решения, обеспечивающие правильную работу системы и выполнение возложенных на нее задач, а также наблюдает и оценивает результаты их реализации. Объем информации, включенной в модель, и правила ее организации должны соответствовать задачам и способам управления. Реализуется модель с помощью средств отображения информации (см. подраздел 3.3).

Информационные модели **классифицируют** по нескольким признакам:

- по степени предварительной обработки информации (первичные, вторичные информационные модели);
- по уровню обобщения информации (детальные, интегральные и смешанные модели);
- по кооперации деятельности оператора (индивидуальные и коллективные модели);
- по предметному содержанию отображаемой информации (модели объектов, свойств, явлений, процессов, состояний, взаимодействий, пространственных отношений и т. п.).

Естественно, что выделенные классы информационных моделей, основанные на различных принципах классификации, перекрещиваются.

При создании информационных моделей необходимо руководствоваться следующими общими **требованиями**:

- модель должна адекватно отражать управляемый объект, процесс, состояние окружающей среды, самой системы управления;
- по количеству данных модель должна обеспечивать оптимальный объем информации, не приводить к перегрузкам или дефициту данных;
- по форме и композиции модель должна соответствовать задачам трудового процесса и возможностям человека, осуществлять анализ и оценку информации.

Эргономические требования к информационным моделям определяются назначением, организацией, структурой, принятым вариантом распределения функций в СЧМ, а также возможностями человека-оператора по восприятию информации и принятию решений. Информацию об объектах управления целесообразнее предъявлять оператору не в натуральном, а в закодированном виде. При этом особенно важно использовать такой алфавит символов, который легко понятен человеку и может быть без труда реализован в машине. Объем информации определяется исходя из конкретных условий работы. Объем информации в совокупности с избранной системой кодирования помогает составить представление о степени сложности информационной модели, которая допустима в конкретных условиях функционирования СЧМ. Степень сложности модели обусловлена главным образом требованиями оперативности выполнения задач, стоящих перед СЧМ. Многообразие задач оператора, а также возможность возникновения непредвиденных ситуаций требуют, чтобы информационная модель была гибкой, адаптируемой, динамичной. Гибкость модели достигается созданием возможности перегруппировки информации, ее перекодирования, частичного сокращения или расширения объема сведений, выделения необходимых признаков, изменения очередности предъявления информации.

Информационная модель позволяет человеку анализировать состояние объекта, принимать решения и осуществлять контроль за процессом производства и управление им.

3.3 Общие эргономические требования к техническим средствам деятельности

В процессе трудовой деятельности человек-оператор взаимодействует с техническими средствами. Эргономические требования к ним определяют конструкцию, организацию и компоновку рабочих мест — целостных единиц производства, в которых присутствуют три его основных элемента: предмет труда, средство труда и субъект труда. Конструктивные свойства технических средств деятельности должны быть согласованы с возможностями человека выполнять рабочие операции в нормальных и аварийных условиях. Этого можно достичь, если учитывать антропометрические, биомеханические, психофизиологические и другие свойства работающего человека, требования техники безопасности, соблюдать санитарно-гигиенические нормы и требования, а также требования технической эстетики [1, 9, 53].

Рассмотрим эргономические требования к техническим средствам деятельности согласно номенклатуре, приведенной в табл. 16.

Характеристика и организация рабочих мест

Специфика организации рабочего места зависит от характера решаемых задач и особенностей предметно-пространственного окружения. Она определяет типы средств управления производственным процессом, отображения информации и способы их размещения, рабочее положение тела, вид спецодежды и средства индивидуальной защиты, возможность пауз для отдыха, наличие пространства для наладки, ремонта оборудования, организационной и технической оснастки, складирования готовой продукции и другие факторы. Общие требования к организации рабочих мест приведены в подразделе 2.3.

Анализ и оценка рабочего места предполагают изучение его организации и оснащённости. **Организация** рабочего места — это система мероприятий по функциональному и пространственному размещению основных и вспомогательных средств труда для обеспечения оптимальных условий осуществления трудового процесса. **Оснащение** рабочего места — совокупность элементов, необходимых для решения работающим поставленной перед ним задачи. К ним относятся техническая документация, основные и

вспомогательные средства труда. **Основные средства труда** – это оборудование, с помощью которого человек выполняет трудовые операции (станки, машины, стенды, пульта, линии и т.д.). **Вспомогательные средства труда** делятся по назначению на технологическую и организационную оснастку. Технологическая оснастка обеспечивает эффективную эксплуатацию основного оборудования на рабочих местах (средства ремонта, заточки, наладки, контрольные приборы, источники энергии, опалубка, монтажное оснащение, грузозахватные приспособления и т.п.). Организационная оснастка обеспечивает эффективную организацию труда путем создания удобства и безопасности в эксплуатации и обслуживании основного производственного оборудования. В состав организационной оснастки входят: рабочая мебель, устройства и приспособления для хранения и транспортирования предметов и продуктов труда, средства сигнализации и связи, средства освещения, тара, планшеты, аптечка, противопожарные средства, СИЗ, приспособления для ухода за машиной и уборки рабочего места.

Под **пространственной организацией** рабочего места подразумевают размещение элементов основного и вспомогательного производственного оборудования по отношению к работающему человеку и друг к другу в определенной последовательности и в заданных пространственных границах.

Параметры рабочих мест и их элементов условно делят на 3 группы: габаритные, свободные и компоновочные (сопряженные). Габаритные размеры рабочего места и его отдельных элементов определяют объем рабочего пространства в целом и его планировку. В пределах габаритных параметров рассматриваются свободные и компоновочные параметры. Свободные (несопряженные) – это параметры отдельных элементов рабочего места, которые не сопряжены друг с другом. Компоновочные параметры обеспечивают возможность человеку совершать рабочие движения в оптимальном диапазоне. К ним относятся: параметры рабочей поверхности, параметры подставки для ног, параметры пространства для стоп, параметры проходов, параметры досягаемости в моторном пространстве по длине, ширине и глубине, параметры рабочего сиденья, диапазон и шаг регулирования угла наклона спинки и т.д.

Эргономические требования к организации рабочего места предъявляются с точки зрения его соответствия антропометрическим и физиологиче-

ческим свойствам человека. Соответствие параметров рабочего места размерам моторного пространства, антропометрическим данным человека, удобству его рабочей позы, рациональным и эффективным рабочим движениям **способствует** снижению величины статической и динамической нагрузок при работе, уменьшению вероятности возникновения заболеваний и позволяет сохранить высокую и устойчивую работоспособность и производительность труда.

К факторам, определяющим организацию рабочего места, относятся положение тела, рабочая поза, рабочие движения, максимальный темп движений, зоны деятельности.

Положение тела прежде всего влияет на пространственную компоновку рабочего места. Рабочее место должно быть спроектировано так, чтобы выполнение трудовых действий осуществлялось в наиболее рациональных рабочих положениях. При **выборе положения** работающего необходимо учитывать:

- величину физической нагрузки при работе;
- размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней;
- особенности технологического процесса, в том числе требуемую точность действий, характер чередования по времени пассивного наблюдения и физических действий, необходимость ведения записей и другие факторы.

Рациональное рабочее положение должно обеспечивать создание наибольшего удобства для работающего и наименьшего его утомления. Выделяют следующие виды рабочих положений: сидя, стоя, сидя – стоя, свободное положение. Критерии выбора рабочих положений приведены в табл. 17 [53].

Наиболее часто используются рабочие положения «сидя» и «стоя», их сравнительная характеристика приведена в табл. 18 [9]. Размерные характеристики и требования к организации таких рабочих мест регламентируются ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» и ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ «Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования».

Таблица 17 – Критерии выбора рабочих положений

Рабочее положение	Величина усилий, Н	Степень перемещения работающего	Направление движения рук	Базы отсчета зон досягаемости	Величина рабочей зоны, мм
Сидя	До 30	Ограниченная	Вперед-назад	Фронтальная плоскость, параллельная заднему краю сиденья	Не более 600
			В стороны	Плоскость симметрии сиденья	Не более 500
Переменное	30-100	Обычная	Вперед-назад	Фронтальная плоскость, параллельная заднему краю сиденья	Не более 600
			В стороны	Плоскость симметрии сиденья	Не более 750
Стоя	100-150	Повышенная	Вперед-назад	Фронтальная плоскость, параллельная переднему краю оборудования	Более 300
			В стороны	Средняя плоскость тела	1000

Таблица 18 – Сравнительная характеристика рабочих положений

Показатели	Рабочее положение	
	Положение «сидя»	Положение «стоя»
Преимущества	Менее утомительно. Обеспечение устойчивости положения тела. Снижение напряжения мышц, необходимых для сохранения позы. Уменьшение гидростатического давления на стенки сосудов и энергозатрат. Обеспечение большой точности рабочих движений	Свобода передвижения. Максимальная возможность для обзора и передвижения. Возможность совершения движений с большим размахом и развития больших по величине усилий (100 Н и более)
Недостатки	Образование сутулости. Патологические изменения в позвонках и межпозвоночных дисках. Сдавливание внутренних органов. Масса поднимаемого груза не должна превышать 5 кг	Неустойчивое равновесие (площадь опоры определяется поверхностью стоп). Более утомительно (требуется значительная работа мышц по удержанию равно-

		весия). Наклон туловища не должен быть больше 15°
--	--	---

Во многих случаях более рациональным является положение «сидя – стоя». В этом случае при произвольном изменении положения происходит перераспределение нагрузки на разные группы мышц, улучшается кровообращение. Смена положений тела вносит некоторое разнообразие в выполнение монотонных работ. Оптимальным следует считать свободное рабочее положение, при котором функциональное напряжение организма минимальное. Целесообразно чередование рабочих положений.

Одним из факторов, определяющих организацию рабочего места, является **поза работающего**. Она характеризуется наиболее предпочтительным взаиморасположением звеньев тела при выполнении трудовых операций. Рабочая поза динамична. Ее изменение связано с рабочими движениями, причем поза рассматривается как пространственная граница фазы движения (начальная, граничная, конечная). Особое внимание следует уделять проектированию **оптимальной рабочей позы** и условий ее поддержания (табл. 19) [53]. При этом следует помнить, что наиболее вредным является не столько сама поза, сколько время, в течение которого человек в ней находится. Оптимальная рабочая поза должна служить исходным моментом при расчетах размеров досягаемости для рук и ног в пределах моторного пространства.

Таблица 19 – Оптимальная рабочая поза

Наименование категории	Для положения «стоя»	Для положения «сидя»
Характеристика оптимальной рабочей позы	Корпус выпрямлен. Равномерная опора. Отсутствие крайних положений в суставах верхних конечностей. Экономичность рабочих движений	Корпус выпрямлен. Сохранены естественные изгибы позвоночного столба и угол наклона таза. Тупые углы в суставах нижних конечностей. Отсутствие крайних положений в суставах верхних конечностей. Экономичность рабочих движений рук. Опора на обе стороны. Отсутствие частых наклонов туловища и поворотов головы

Продолжение таблицы 19

Наименование категории	Для положения «стоя»	Для положения «сидя»
Условия для под-держания опти-мальной рабочей позы	<p>Возможность смены позы.</p> <p>Возможность кратковременного отдыха сидя.</p> <p>Наличие подставки для ног.</p> <p>Отсутствие педали.</p> <p>Оптимальные размеры моторного пространства</p>	<p>Возможность смены позы.</p> <p>Форма и размеры рабочего сиденья.</p> <p>Наличие опоры для всей спины.</p> <p>Наличие подлокотников.</p> <p>Наличие подголовника. Возможность откидывания спинки сиденья для отдыха.</p> <p>Оптимальное соотношение высоты сиденья и рабочей поверхности. Оптимальные размеры моторного пространства.</p> <p>Наличие подставки для ног (регулирование высоты сиденья и подставки для ног)</p>

Важнейшим компонентом деятельности являются **рабочие движения**. Существенной особенностью рабочих движений является их предметно-целевой характер. Рациональная организация рабочих движений создает условия для снижения утомления и резервы для повышения работоспособности человека, увеличения производительности труда.

Максимальный темп движений. Он зависит от типа движения (вращательного, нажимного, ударного), от усилий, развиваемых при различных движениях, и точности движений рук.

Зоны досягаемости. Различают зоны максимальной, оптимальной и легкой досягаемости. При организации рабочего места необходимо обеспечить выполнение трудовых операций в пределах зоны максимальной досягаемости моторного поля, а операций, «часто» выполняемых и «очень часто», — в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля. Зоны досягаемости в вертикальной и горизонтальной плоскостях для положения «сидя» показаны на рис. 2 и 3.

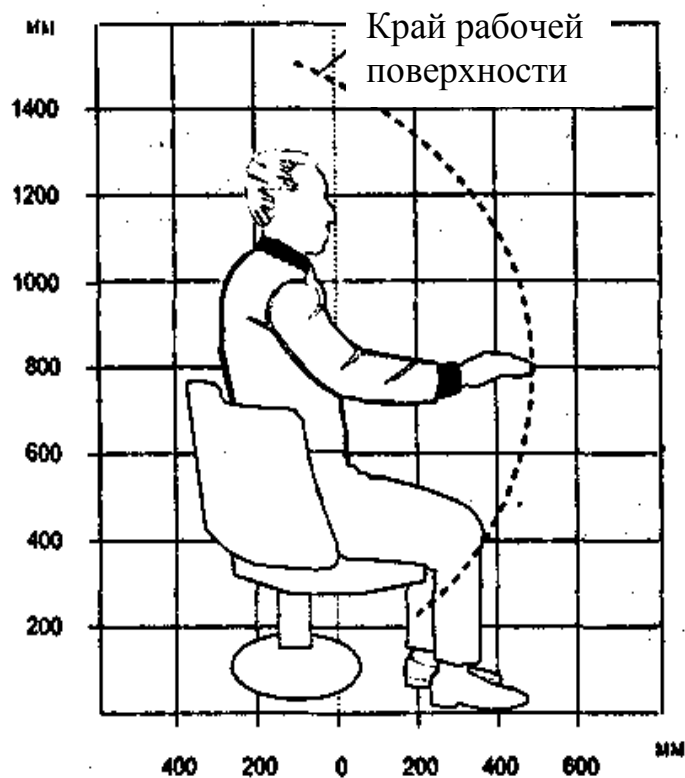
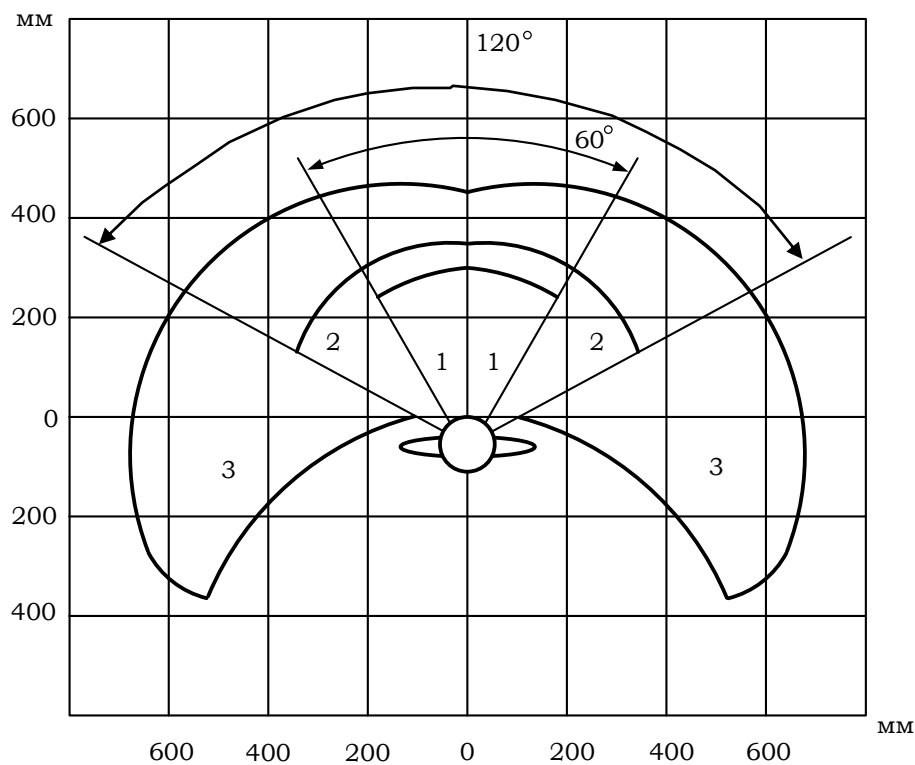


Рисунок 2 - Зона досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости в положении «сидя»

В этом положении зоны досягаемости определяются при выпрямленном и фиксированном относительно спинки стула корпусе, а испытуемый описывает выпрямленной правой и левой рукой дуги в вертикальной или горизонтальной плоскости. Площадь, ограниченная дугой, и является зоной досягаемости данной руки.

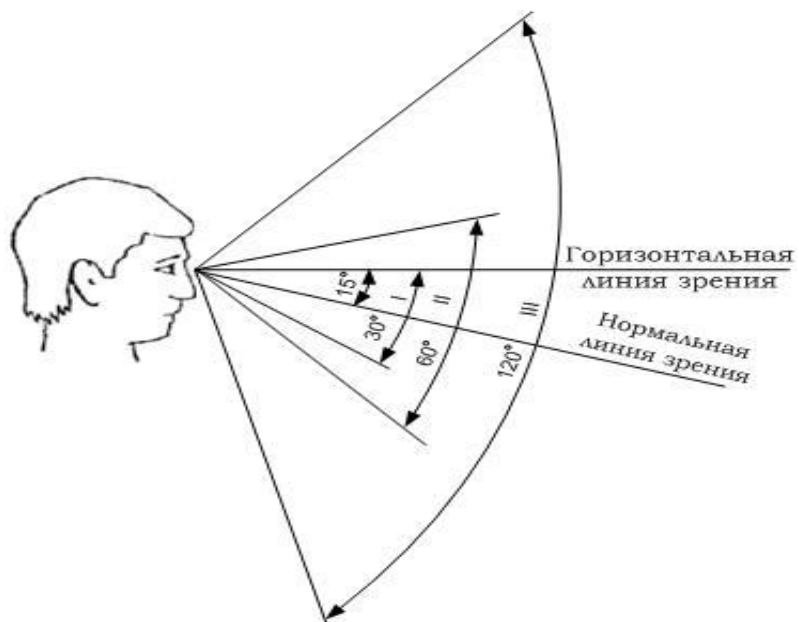
Размеры зоны досягаемости широко используются при размещении элементов рабочих мест с учетом частоты их использования. **Частоту выполнения операций** принимают согласно ГОСТ 12.2.032-78: очень часто – две операции и более в 1 минуту; часто – менее двух операций в минуту, но более двух операций в один час; редко – не более двух операций в один час.

При компоновке элементов и размещении их на рабочем месте необходимо учитывать размеры обзора. Оптимальный охват (обзор) достигается движением только глаз, максимальный – движением и глаз, и головы. Зоны зрительного наблюдения в вертикальной плоскости представлены на рис. 4. Точкой отсчета в этом случае является нормальная линия взгляда – линия под углом 15° от горизонтальной линии взгляда.



*1 — оптимальная зона; 2 - зона легкой досягаемости;
3 - зона максимальной досягаемости*

Рисунок 3 - Зоны досягаемости моторного поля в горизонтальной плоскости при высоте рабочей поверхности над полом 725 мм



*I — оптимальная зона; II - зона легкой досягаемости;
III - зона максимальной досягаемости*

*Рисунок 4 - Зоны зрительного наблюдения в вертикальной плоскости
(ГОСТ 12.1.032-78)*

Зоны зрительного наблюдения в горизонтальной плоскости согласно ГОСТ 12.1.032-78 составляют: оптимальная зона – $\pm 15^\circ$, зона легкой досягаемости – $\pm 30^\circ$, зона максимальной досягаемости – $\pm 60^\circ$ от сагиттальной плоскости.

Организация и компоновка элементов рабочих мест

Общие эргономические требования к индивидуальным рабочим местам, определяющие взаимное расположение элементов и компоновку рабочего места, изложены в ГОСТ 22 269—76, ГОСТ 12.2.032— 78, ГОСТ 12.2.033—78.

В **состав рабочего места** входят: пульт управления, средства отображения информации (СОИ), органы управления (ОУ), средства связи, рабочее сиденье (кресло) человека-оператора.

Компоновка рабочего места должна **обеспечивать**:

- оптимальную рабочую позу человека;
- обзор элементов рабочего места и пространства за его пределами;
- возможность выполнения управляющих воздействий, ведения записей, размещения документации и других материалов, осуществления всех необходимых движений, необходимых зрительных и звуковых связей;
- оптимальный режим труда и отдыха.

Требования к пультам управления будут подробно рассмотрены в подразд. 4.3. Важным элементом любого рабочего места является рабочая поверхность.

Требования к рабочим поверхностям

Конструктивные особенности рабочей поверхности определяются спецификой деятельности, характером решаемых задач, технологическими требованиями, положением тела, антропометрическими данными, числом и размерами предметов и средств труда.

Для рабочих поверхностей рассчитываются габаритные размеры, максимальные и минимальные границы досягаемости по высоте, ширине, глубине, размеры пространства для ног (сидя) и стоп (стоя), размеры подходов к каждой из них, а также оптимальная обзорность.

Высота рабочей поверхности определяется антропометрическими данными человека, характером выполняемой работы, степенью ее тяжести и точностью. Рекомендуемые высоты рабочей поверхности в положении рабочего «сидя» приводятся в табл. 20.

Таблица 20 – Высота рабочей поверхности при выполнении работ в положении «сидя»

Вид работы	Высота, мм
Очень точные и тонкие работы (монтаж плат, сборка схем и т.д.)	900 - 1020
Точные работы на машинах (ввод данных на ЭВМ, управление режимами работы)	800 - 900
Канторские работы	700 – 750
Машинописные работы	630 - 680

При выполнении очень точных и тонких работ необходимо предусматривать постоянную или временную **опору для рук**.

При организации рабочего места необходимо учитывать **соотношения параметров** рабочей поверхности с параметрами других элементов рабочего места. При работе сидя оптимальная рабочая поза обеспечивается путем установления правильного соотношения высот рабочей поверхности и рабочего сиденья. Если при работе в положении «стоя» высота рабочей поверхности зависит от роста человека, то при работе сидя такой прямой зависимости нет. Размеры тела человека связаны (длина корпуса, ноги, голени и т. п.) с высотой рабочей поверхности непосредственно через высоту сиденья.

Оптимальное расстояние между высотой рабочей поверхности и сиденьем практически одинаково для всех людей (270—280 мм). Оно зависит от двух антропометрических признаков — длины туловища и высоты локтя над сиденьем, которые мало изменяются и имеют незначительные межгрупповые отличия. При нерегулируемой по высоте рабочей поверхности при работе стоя необходима подставка для ног, регулируемая по высоте, с целью обеспечения удобства каждому работающему на рабочем месте.

Положение работающего относительно переднего края рабочей поверхности, а также его подвижность в направлении назад — вперед являются важным фактором при расчете границ моторного пространства и зон досягаемости в положениях «стоя» и «сидя».

Ширина **подставки для ног** должна быть не меньше ширины трех стоп для работ сидя, равняться ширине фронта рабочей поверхности или быть несколько больше его для работ стоя.

Независимо от вида работ для установления оптимальных соотношений между размерами рабочей поверхности и рабочего сиденья расчет параметров рабочего места следует начинать с определения параметров рабочего сиденья и его местоположения. Площадь рабочей поверхности должна быть достаточной для расположения предметов труда, орудий и средств труда, выполнения письменных работ. Рабочая поверхность должна обеспечивать возможность быстрой и легкой уборки. Если часть тела работающего соприкасается с рабочей поверхностью, последнюю следует изготовлять из материала, обладающего низкой теплопроводностью. Покрытие рабочей поверхности должно обеспечивать оптимальный цветовой и яркостный контраст с предметом труда и не давать бликов.

Средства отображения информации

СОИ предназначены для получения человеком сведений о состоянии объекта управления, ходе производственного процесса, наличии энергетических ресурсов, состоянии каналов связи и т.д. Эти данные предъявляются в виде количественных и качественных характеристик.

СОИ применяют в тех случаях, когда человек не может непосредственно наблюдать за процессом вследствие его территориальной удаленности, вредности или опасности при контакте с предметом труда. СОИ способствуют повышению точности непосредственного наблюдения, с их помощью информация предъявляется в более удобной для восприятия и обработки форме. Широкое внедрение систем дистанционного управления привело к тому, что иногда СОИ становятся единственным источником информации об объекте и процессе. В этом случае человек имеет дело не с реальными объектами, а с информационными моделями.

Средства отображения информации подразделяют на визуальные (зрительные) и акустические (звуковые) средства.

К **визуальным СОИ** относятся различные индикаторы, сигнализаторы, табло и мнемосхемы. Индикаторы бывают аналоговые (положение стрелки на шкале является аналогом величины, которую она представляет) и цифровые, отражающие измеряемую величину в виде числа (счетчики, измерительные приборы).

При **выборе** визуальных средств информации необходимо:

- учитывать привычную форму восприятия человеком знаковой информации;
- пространственные и яркостные характеристики выбирать с учетом порога оптимальной видимости объекта человеком;
- учитывать значение контраста объекта с фоном, интервал яркостей для обеспечения четкости изображения (максимально допустимый перепад яркостей 1:100, оптимальный: между источником света и ближайшим окружением – 20:1 и между самым светлым и самым темным участками - 40:1);
- определять временные характеристики с учетом инерционности в работе глаза;
- выбирать способ кодирования информации с помощью условных знаков исходя из числа объектов и их характеристик (например, самое короткое время поиска – по цвету, самое большое – по яркости и размеру; легко различаются и распознаются простые фигуры; цветовое кодирование – не более 10-12 цветовых тонов, с наибольшей точностью распознаются фиолетовый, голубой, зеленый, желтый, красный);
- использовать буквы для передачи информации о названии, цифры – о количестве, цвет - о значимости, геометрические фигуры – в тех случаях, когда оператору необходима наглядная картина для быстрой переработки информации;
- использовать световые мелькания для привлечения внимания человека, при этом число одновременно мелькающих сигналов - не более трех;
- учитывать размеры поля зрения человека при компоновке элементов зрительной информации и размещении на рабочем месте;
- учитывать, что форма подачи сигнала должна соответствовать задачам считывания и исключать необходимость преобразований (для счи-

тывания точных данных – электронные счетчики, для определения характера изменения - неподвижные шкалы, для слежения – круговые или дуговые неподвижные шкалы);

- учитывать, что компоновка СОИ должна создавать оптимальные условия для формирования модели и осуществляться с учетом характеристик СЧМ, важности задачи, частоты обращения, точности и скорости считывания показаний, влияния неточности и несвоевременности получения информации на надежность и безопасность, группирования в логические блоки, взаимосвязи между СОИ и органами управления.

Звуковые СОИ подразделяются на сигнализаторы неречевых сообщений и системы речевых коммуникаций. Для подачи звуковых неречевых сигналов используют гудки, звонки, сирены, свистки, зуммеры.

Область применения звуковых средств информации:

- для предупредительных или аварийных сигналов с целью снижения нагрузки на функцию зрения человека;
- при неблагоприятных условиях зрительной работы;
- для обеспечения гибкой связи между работниками (требуется быстрый двухсторонний обмен информацией), в напряженных ситуациях (есть опасность ошибочного распознавания неречевого кода).

Требования к акустическим средствам:

- частота в пределах 200-5000 Гц;
- предупреждающие и аварийные сигналы должны быть прерывистыми: предупреждающие – частота 200-600 Гц, длительность сигналов и интервала между ними 1-3 с; аварийные – частота 800-2000 Гц при длительности 0,2-0,8 с;

- уровень звукового давления – 30-100 дБ, при наличии шума превышение сигнала над шумом не менее 10-16 дБ;

- длительность сигналов – не менее 0,2 с и не более 10 с;

- словесные сигналы должны быть на 20 дБ выше уровня помех, слова должны быть разборчивыми, краткими, соответствовать смыслу ситуации, паузы между сообщениями – не менее 3 с;

- громкость звукового сигнала предупреждения должна регулироваться оператором или автоматическим механизмом с учетом производственных условий.

Требования к органам управления

Органы управления предназначены для передачи управляющих воздействий от человека к машине и обеспечения выполнения работающим требуемого действия по реализации принятого решения. Орган управления состоит из приводного элемента и исполнительной части.

По характеру выполнения человеком действий **различают**:

- органы управления одномоментного воздействия на систему, требующие движений: включения, выключения или переключения;
- органы управления, требующие повторяющихся движений: вращательных, нажимных, ударных;
- органы управления, требующие точных дозированных движений.

По направлению перемещения приводных элементов органы управления делятся на линейные (кнопки, педали), вращающиеся (маховики, поворотные кнопки) и смешанные (рычаги, тумблеры). В зависимости от участия верхних или нижних конечностей в перемещении приводного элемента органы управления делятся на ручные и ножные. По степени важности и частоте использования органов управления в трудовом процессе их можно разделить на органы постоянного (основного, оперативного), периодического и эпизодического действия или используемые очень часто, часто, редко. По конструктивному исполнению различают кнопки, клавиши, тумблеры, переключатели, ручки управления, маховики, рукоятки, рычаги, педали, ножные кнопки.

Выбор органов управления зависит:

- от характера управляющих действий, требований к усилиям, точности, диапазону и скорости управляющих движений;
- от рабочего положения тела человека;
- от характера информации, предъявляемой оператору и вводимой им в машину;
- от места расположения органа управления;
- от типа рабочего места (стационарное, подвижное).

Рекомендуется использовать преимущественно ручные органы управления. Руками можно управлять множеством органов, для каждой ноги можно предназначать не больше двух педалей. Ножные органы исполь-

зуют, если требуется непрерывное управление при небольшой точности, когда требуется прикладывать усилия более 90 Н или когда руки перегружены другими операциями управления.

Для операций, требующих небольших усилий и редко осуществляемых, рекомендуются поворотные выключатели, выключатели, нажимные кнопки, тумблеры. Для выполнения часто повторяющихся операций ударного типа, не требующих приложения значительных усилий, но осуществляемых с наибольшей скоростью, рекомендуются нажимные кнопки (клавиши). Органы управления поворотного типа (маховики, поворотные кнопки) с большим числом оборотов применяют, если требуется высокая точность в широком диапазоне непрерывного регулирования. Для выполнения ступенчатых переключений и плавного регулирования рекомендуются рычаги.

При **размещении органов управления** следует учитывать: структуру трудовой деятельности; требования к объему, частоте, точности и координации движений; требования к величине прилагаемых усилий; положение тела человека; условия формирования рабочей позы; размеры моторного пространства; условия поиска и различения органов управления. Органы управления не должны быть рассредоточены на рабочем месте, их следует группировать. При большом количестве органов их следует располагать на панелях пультов управления, щитах.

Органы управления постоянного действия, очень часто и часто используемые, а также аварийные следует всегда размещать в пределах максимальной и минимальной границ досягаемости моторного пространства. Органы ручного управления следует располагать так, чтобы оператор мог манипулировать ими при согнутом локте под углом 90-135°. Органы ручного управления постоянного действия должны быть расположены по высоте на уровне локтя (над полом, над сидением) ± 100 мм при выполнении работ как в положении «стоя», так и в положении «сидя». Ручные органы управления, используемые редко, могут располагаться выше или ниже уровня локтя. Орган управления должен быть расположен не ближе 200 мм от оператора.

Справа следует располагать органы управления постоянного действия и наиболее частого использования, учитывая, что большинство лю-

дей преимущественно работает правой рукой. Этой рукой выполняются действия, требующие наибольшей точности и силы.

Размещение органов управления должно позволять легко контролировать (если деятельность требует экстренного обзора) положение группы органов управления.

Расположение органов управления относительно СОИ и управляемых элементов должно отвечать ряду **требований**:

- ручные органы управления располагают так, чтобы ни рука, ни орган управления в любом положении не закрывали рядом расположенных средств информации;
- органы управления, приводимые в действие левой рукой, располагают ниже или слева от соответствующих им индикаторов, органы управления, приводимые в действие правой рукой, – ниже или справа;
- при расположении горизонтальными колонками индикаторов и органов их управления должно выполняться соответствие крайнего левого индикатора верху крайнему левому органу управления и т.д.;
- перемещение органа управления должно быть согласовано с перемещением указателя связанного с ним индикатора, элемента оборудования или с движением самого управляемого объекта.

Все основные и аварийные органы управления должны быть легко опознаваемы (визуально или тактильно). Для предупреждения случайного воздействия на органы управления **рекомендуется**:

- кодировать цветом, формой, размером или расположением особо важные и аварийные блоки управления;
- использовать экранирование или другие способы защиты органов управления (утопление в панели пульта, закрытие специальными крышками, застопоривание, автоматическое торможение);
- предусматривать в органах управления механическое сопротивление, требующее повышенных мышечных усилий при неправильных действиях.

Требования к рабочим сиденьям

Рабочее сиденье - это приспособление для поддержания рабочей позы при выполнении работ в положении сидя. **Классифицируют** их: по набору конструктивных элементов (кресла, стулья, табуретки, откидные

сиденья, сиденья-опоры, седла), по длительности использования (длительная работа – больше получаса), по степени подвижности (фиксированные, свободно подвижные, подвижные по направляющим, вращающиеся), в зависимости от особенностей конструкции элементов, по степени мягкости, по наличию или отсутствию виброгасящих устройств. В конструкциях стульев и кресел могут быть предусмотрены следующие регулируемые параметры: высота сиденья, высота спинки, угол наклона спинки, глубина сиденья, угол наклона подлокотников, угол наклона подголовников, высота подголовника. Регулирование может быть плавным или ступенчатым.

При **выборе типа** рабочего сиденья учитываются специфика работы, объем рабочего пространства, пространственные соотношения с другими элементами рабочего места, вид рабочего места, возможность смены рабочих поз, рабочего положения, величина развиваемых усилий, диапазон движений частей тела, наличие вибрации, условия безопасности.

Рабочие сиденья должны **обеспечивать** положение тела, при котором нагрузка на мышцы будет оптимальной. При этом должна создаваться опора позвоночнику и тазу, а также предусматриваться возможность свободного перемещения корпуса и конечностей, удобство усаживания и вставания. Рабочие сиденья должны свободно перемещаться относительно рабочей поверхности, фиксироваться при обширной зоне вращения и иметь регулируемые параметры.

Применительно к автоматизированным рабочим местам наиболее распространенным сиденьем человека-оператора является кресло, общие эргономические требования, типы и конструктивные параметры которого представлены в ГОСТ 21889-76.

3.4 Эргономическая оценка рабочего места

Эффективность реализации эргономических требований зависит от того, в какой мере и на какой стадии создания и функционирования оборудования эти требования учтены. Они должны быть реализованы на более ранних стадиях, на стадии технического задания. На последующих стадиях они конкретизируются, уточняются. Заключительным этапом является эргономическая оценка. Оценка рабочих мест может быть проектной (на ста-

дии проектирования) или коррективной (оценка спроектированной или эксплуатируемой системы «человек-машина»).

При проведении **эргономических исследований** должен применяться комплексный подход, обеспечивающий возможность многофакторного анализа. При этом используются различные методы: методы изучения характера и организации труда, методы наблюдения и опроса, операционно-структурное описание трудовой деятельности, хронометражные, антропометрические, биомеханические, физиологические, психологические, гигиенические, экономические и другие методы. Комплекс методов подбирается в зависимости от особенностей изучаемой системы. При этом необходимо обеспечить адекватность методов, достоверность и устойчивость (валидность) данных.

Единой методики оценки в настоящее время нет, но все они исходят из поиска мер сохранения высокой работоспособности и здоровья работающих при возможно малых целевых экономических затратах. Системный подход при эргономической оценке имеет два аспекта – гуманистический и технико-экономический. Цель – определение степени соответствия параметров рабочего места отдельным свойствам человека (антропометрическим, физиологическим, психофизиологическим, психологическим) и требованиям, определяемым влиянием среды на здоровье и работоспособность человека [1, 9, 54].

Эргономическая оценка системы и ее элементов должна производиться исходя из **комплексных критериев**, отражающих степень эффективности (производительность, точность, надежность) и гуманности (соответствие возможностям человека, безопасность для здоровья, уровень напряженности функций физиологических систем и утомления человека, степень эмоционального воздействия на него процесса труда).

Оцениваются следующие параметры рабочего места:

- особенности рабочего места, характеризующие его как систему,
- целевое назначение, распределение функций между человеком и машиной, специфика трудового процесса на данном оборудовании, организация труда, состав технических средств, режим труда;
- параметры, характеризующие пространственную организацию рабочего места в целом, – размещение в цехе, размеры проходов, рабочего

пространства, рабочих зон, рабочих поверхностей оборудования, пространства для ног (стоп);

- параметры, характеризующие элементы рабочего места и конкретное их размещение, – органы управления, СОИ, СКЗ, рабочее сидение, вспомогательное оборудование;

- параметры, характеризующие производственную среду рабочего места, – уровни физических, химических, биологических факторов.

Указанные параметры рассматриваются с точки зрения их непосредственного влияния на выполнение человеком функций по управлению оборудованием и его обслуживанию и опосредованного влияния (через работоспособность, мотивацию труда, состояние здоровья) на эффективность функционирования системы «человек – машина».

Большое значение имеет анализ **пространственной компоновки** рабочих мест. Он проводится в два этапа [53].

На подготовительном этапе:

- определяют тип рабочего места;
- составляют перечень средств труда на рабочем месте, выделив основные и вспомогательные;

- составляют перечень органов управления и затем их классифицируют по группам: ручного и ножного управления, постоянного, периодического и эпизодического действия;

- составляют перечень технологической оснастки, определив ее по технической документации и наличию на рабочем месте;

- составляют перечень организационной оснастки;

- определяют зоны моторной активности, выделив среди них постоянные, периодические и эпизодические;

- составляют перечень эргономических параметров рабочего места, подлежащих измерениям и анализу, и сводят их в таблицу;

- определяют базы отсчета, от которых следует измерять, компоновочные параметры рабочего места в каждой выделенной зоне.

На основном этапе:

- составляют эскиз рабочего места в трех проекциях: вид сверху, в профиль, спереди; на нем отражаются все элементы рабочего места и параметры, которые подлежат оценке и измерению;

- измеряют параметры рабочего места в составленном перечне и заносят их в таблицы и эскизы;
- вычерчивают чертежи рабочего места в определенном масштабе; число чертежей (эскизов) определяется степенью организации рабочего места и его особенностями;
- делают выводы о степени соответствия параметров рабочего места антропометрическим данным и намечают возможные пути ликвидации выявленных несоответствий.

Методика эргономической оценки рабочего места включает [54]:

1-й этап – эргономический анализ рабочего места (РМ). Он включает эргономическое обследование РМ с целью установления эргономических факторов, которые могут воздействовать на человека в процессе труда, и определение их параметров.

2-й этап – анализ реакций организма работающего на трудовую нагрузку. На этом этапе проводится исследование функционального состояния организма человека при работе и устанавливается уровень функционирования систем организма человека при обслуживании оборудования на конкретном рабочем месте.

3-й этап – эргономическая оценка рабочего места. Этот этап включает оценку эргономических факторов с точки зрения соответствия их параметров эргономическим требованиям.

Последовательность эргономической оценки рабочего места представлена в приложении Е.

На основании эргономической оценки определяются пути повышения эффективности системы «человек – машина» применительно к конкретному рабочему месту, устанавливаются экономические затраты на мероприятия по оптимизации системы и возможный эффект их реализации.

Количественным показателем уровня эргономичности рабочего места является **коэффициент эргономичности** [1], который можно рассчитать по формуле

$$K_{\text{э}} = \frac{\Sigma T_{\text{осн}}}{\Sigma T_{\text{осн}} + \Sigma T_{\text{лишн}}}, \quad (12)$$

где $\Sigma T_{\text{осн}}$ - суммарная продолжительность основных микроэлементов операции, с;

$\Sigma T_{\text{лишн}}$ - суммарная продолжительность лишних микроэлементов операции, с.

Данная формула применяется, если в результате проведенных мероприятий на рабочем месте улучшены условия досягаемости, ликвидированы нерациональные рабочие позы, лишние движения и перемещения, что привело к сокращению нерациональных потерь рабочего времени.

Коэффициент эргономичности цеха (участка, отдела и т.д.) определяется по формуле

$$K_{\text{Эц}} = \frac{\sum_{i=1}^m K_{\text{Э}i} \cdot g_i}{\sum_{i=1}^m g_i}, \quad (13)$$

где $K_{\text{Э}i}$ - коэффициенты эргономичности рабочих мест;

g_i - количество работающих на рабочем месте;

m - количество рабочих мест в цехе (на участке и т.д.).

Ликвидируемые нерациональные потери на выполнение лишних движений и перемещений в процентах к рабочему времени определяют по формуле

$$B = 100 (K_{\text{Э.п}} - K_{\text{Э.б}}), \quad (14)$$

где $K_{\text{Э.п}}$ - коэффициент эргономичности в проектном варианте;

$K_{\text{Э.б}}$ - коэффициент эргономичности в базовом варианте.

Коэффициент уплотнения, %, рабочего дня за счет снижения нерациональных потерь времени составляет [1]:

$$K_{\text{у}} = \frac{B T_{\text{р}}}{\Phi_{\text{д}}} = BK, \quad (15)$$

где $T_{\text{р}}$ - затраты рабочего времени на выполнение ручных приемов и перемещений в течение рабочего дня, ч;

$\Phi_{\text{д}}$ - продолжительность рабочего дня, ч;

K - доля затрат ручного труда в общем времени работы оборудования.

Коэффициент уплотнения рабочего дня за счет сокращения компенсирующего отдыха [1]

$$K_y = \frac{\Delta t_{к.о}}{\Phi_d} \cdot 100(\%), \quad (16)$$

где $\Delta t_{к.о}$ - экономия рабочего времени за счет сокращения компенсирующего отдыха в течение месяца, ч;

Φ_d - действительный месячный фонд рабочего времени, ч.

Экономия рабочего времени за счет сокращения компенсирующего отдыха определяется по формуле

$$\Delta t_{к.о} = t_{к.о.б} - t_{к.о.п}, \quad (17)$$

где $t_{к.о.б}$ и $t_{к.о.п}$ - соответственно время на компенсирующий отдых в базовом и в проектном вариантах, ч.

Нормы продолжительности компенсирующего отдыха в зависимости от факторов, влияющих на тяжесть труда, приведены в приложении Ж.

Рост производительности труда $\Delta\Pi$, %, за счет уплотнения рабочего дня определяют по формуле

$$\Delta\Pi = \frac{K_y \cdot 100}{100 - K_y}. \quad (18)$$

Коэффициент уплотнения рабочего дня рассчитывается по одной из вышеприведенных формул.

3.5 Примеры решения задач

Пример 1. Определить коэффициент эргономичности работы по введению информации из бумажного носителя в электронные таблицы. Продолжительность элементов операции приведена в табл. 21 [1].

Решение. Коэффициент эргономичности организации работы можно определить по формуле (12). Для данной работы суммарная продолжительность основных микроэлементов операции (см. табл. 21) составляет:

$$0,62 + 0,1 + 0,4 = 1,12 \text{ с.}$$

Таблица 21 – Продолжительность микроэлементов операции

Характер микроэлемента	Продолжительность, с
Набор одного знака на клавиатуре с контролем	0,62
Переключение внимания для зрительного анализатора	0,1
Поиск букв и цифр в таблице	0,3
Определение сигнала	0,4

К лишним микроэлементам относится поиск букв и цифр в таблице (выполнение этого элемента может быть автоматическим). Тогда коэффициент эргономичности составляет:

$$K_{\text{Э}} = \frac{1,12}{1,12 + 0,3} = 0,79.$$

Пример 2. Модернизация кабины автогрейдера позволила улучшить следующие гигиенические параметры:

- уровень шума снизился с 87 дБ до нормативных значений;
- коэффициент обзорности увеличился с 0,420 до 0,496.

Действительный месячный фонд рабочего времени машиниста составляет 176 часов. Определить эффективность модернизации.

Решение. До модернизации машинисту автогрейдера при повышенном уровне шума (приложение Ж) требуется компенсирующий отдых 2% отработанного времени. После внедрения рекомендаций повышенный уровень шума снизился до умеренного (соответствует ГОСТу) и машинисту на компенсирующий отдых выделяется 1 % отработанного времени.

За счет повышения коэффициента обзорности снижается нервное напряжение машиниста. Оно было повышенным, а станет средним. Соответственно, время на компенсирующий отдых снижается с 4 до 3 % (приложение Ж).

Компенсирующий отдых в базовом варианте:

$$2 + 4 = 6 \% .$$

Компенсирующий отдых после модернизации:

$$1 + 3 = 4\% .$$

Время на компенсирующий отдых за месяц в базовом варианте, ч,

$$t_{\text{к.о.б}} = 6 \cdot \frac{176}{100} = 10,56 .$$

Время на компенсирующий отдых после модернизации, ч,

$$t_{\text{к.о.п}} = 4 \cdot \frac{176}{100} = 7,04 .$$

Экономия рабочего времени за месяц определяем по формуле (17)

$$\Delta t_{\text{к.о}} = 10,56 - 7,04 = 3,52 \text{ ч.}$$

Коэффициент уплотнения рабочего дня машиниста определяем по формуле (16)

$$K_y = \frac{3,52}{176} \cdot 100 = 2\% .$$

Рост производительности труда машиниста автогрейдера определяем по формуле (18)

$$\Delta\Pi = \frac{2 \cdot 100}{100 - 2} = 2,04\% .$$

Таким образом, улучшение условий труда машиниста автогрейдера привело к повышению производительности его труда на 2,04%.

3.6 Контрольные вопросы и задания

- 1 Охарактеризуйте цель эргономики и основные эргономические требования.
- 2 Что лежит в основе организации системы «человек – машина»?
- 3 Какие эргономические требования предъявляются к организации деятельности оператора?
- 4 Что включает в себя оценка рабочего места?
- 5 Что должна обеспечивать пространственная организация рабочего места?
- 6 Какие факторы определяют организацию рабочего места?
- 7 Что необходимо учитывать при расчете параметров рабочего места?
- 8 Охарактеризуйте, что такое оптимальная рабочая поза.

9 Как определяются и где используются размеры зон досягаемости человека?

10 Какие требования предъявляются к рабочим поверхностям?

11 Какие факторы необходимо учитывать при выборе и размещении средств отображения информации?

12 Какие факторы необходимо учитывать при выборе и размещении органов управления?

13 Как осуществляется выбор рабочих сидений?

14 Охарактеризуйте этапы эргономического анализа рабочего места.

15 Каким образом можно количественно оценить эффективность выполнения эргономических требований?

16 Модернизация пульта управления оператора позволила улучшить следующие параметры: недостаточный уровень освещения рабочих поверхностей стал соответствовать нормативным требованиям; температура воздуха снизилась с 28 до 22°C при влажности до 70%; снизилась монотонность работы (от средней до незначительной). Действительный месячный фонд рабочего времени оператора составляет 192 часа. Определить эффективность модернизации пульта управления.

17 Определить коэффициент эргономичности работы по управлению оборудованием. Продолжительность элементов операции по управлению приведена в табл. 22.

Таблица 22 – Продолжительность микроэлементов операции

Характер микроэлемента	Продолжительность, с
Чтение показания индикатора	0,73
Поворот переключателя	0,45
Определение сигнала	0,4
Поворот корпуса сидя	0,36

18 Определить коэффициент эргономичности цеха. В цехе расположено 25 рабочих мест. Коэффициенты эргономичности 15 рабочих мест составляют 0,82. Остальные рабочие места имеют низкий уровень эргономичности (коэффициенты эргономичности не превышают 0,6).

4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОХРАНЫ ТРУДА В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ И РОБОТИЗИРОВАННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

4.1 Особенности охраны труда в автоматизированном и роботизированном производстве

Механизация и автоматизация производственных процессов – важнейшее направление создания безопасных условий труда. **Механизация** – это замена мускульной силы человека при выполнении рабочих и вспомогательных движений за счет использования энергии электро-, пневмо- или гидродвигателя. Механизация способствует ликвидации тяжелого физического труда, снижению травматизма, уменьшению численности персонала. **Автоматизация** – это придание машине способности самостоятельно выполнять функции управления. Автоматизация, как высшая ступень механизации, способствует ликвидации существенного различия между умственным и физическим трудом. При **комплексной автоматизации** технологические процессы выполняются без вмешательства человека. Одним из перспективных направлений является использование **промышленных роботов** (манипуляторов с программным управлением). Промышленный робот представляет собой сложную систему или универсально применяемый (подвижный, порталный, консольный, с линейным перемещением, автономно передвигающийся и т.п.) автомат с несколькими (минимально – тремя) осями, пути или углы движения которого, а также последовательность его действий заранее запрограммированы и управляются чувствительными элементами. От известных средств автоматизации роботы отличаются тем, что позволяют автоматизировать такие производства, которые невозможно или нецелесообразно автоматизировать традиционными средствами.

Автоматизация и роботизация нашли широкое применение в цехах с тяжелыми и вредными условиями труда. Промышленные роботы (ПР), роботизированные технологические комплексы (РТК), роботизированные технологические участки (РТУ), гибкие производственные системы (ГПС) – это более совершенный этап в комплексной автоматизации производства. Интеграция двух сфер (автоматизации обработки информации и автоматизации технологических производств) привело к появлению нового направления, получившего название **гибких автоматизированных производств**

(ГАП). ГАП – это автоматизированное производство, предназначенное для выпуска мелкосерийной продукции разнообразной номенклатуры в быстро меняющихся производственных условиях с частой сменой номенклатуры готовой продукции. ГАП реализуется с помощью гибких производственных систем, в состав которых входят производственные модули и гибкие автоматизированные линии.

Накопленный в мире опыт автоматизации и роботизации производственных процессов показывает, что проблемы безопасности еще полностью не решены. Обследование 4341 роботизированных рабочих места в Японии показало, что на каждые 100 РТК приходится: не менее четырех несчастных случаев в год, в том числе не менее одного - со смертельным исходом; 37% персонала, обслуживающего РТК, находится в опасных и критических ситуациях [43]. Основными видами травм на роботизированных предприятиях являются травмы пальцев (33%), рук (1%), головы (16%), спины (11%), плеч (6%), ног (6%), шеи (3%), челюстные (3%), перелом ребер (3%) [1]. По данным специалистов [43], 38,1% несчастных случаев происходит в результате ошибочных действий человека, 61,9% – в результате отказов в работе и неуправляемых действий исполнительных механизмов роботов.

Научно-технический прогресс, облегчая труд, повышая его производительность и безопасность, **не исключает** полностью проблемы охраны труда и защиты окружающей среды. Это обусловлено наличием объективных и субъективных **факторов** [2]:

- созданием производственных единиц большой мощности, ростом объемов производств и, следовательно, увеличением количества вредных веществ, поступающих в производственную среду;
- интенсификацией производственных процессов и, следовательно, убыстрением ритма производства;
- повышением сложности оборудования;
- появлением новых вредных и опасных производственных факторов;
- увеличением объема информации, поступающей для восприятия в единицу времени;

- отставанием темпов повышения квалификации персонала от темпов внедрения новой техники;
- отставанием сроков внедрения новых правил техники безопасности от сроков внедрения нового оборудования;
- недостаточной информацией об опасных и вредных факторах и методах предупреждения их возникновения;
- монотонностью труда и возрастанием гиподинамических нагрузок.

Применение в промышленности автоматов и роботов изменяет содержание работы человека, сокращает ручной неквалифицированный труд, улучшает условия труда и позволяет высвободить и направлять на более престижные работы значительное количество рабочих. Автоматы и роботы снижают травматизм на предприятиях. Но при их работе возможно воздействие на работающих новых **физически опасных** производственных факторов: подвижных устройств автоматов и роботов и передвигающегося (двигающегося) материала (изделий, заготовок, инструмента и т.п.).

Основными причинами, формирующими опасные, критические и аварийные ситуации при эксплуатации ПР, РТК, РТУ, ГПС, согласно ГОСТ 12.2.072-82 являются:

- **непредусмотренные движения** исполнительных устройств промышленных роботов при наладке, ремонте, во время обучения и исполнения управляющей программы;
- внезапный **отказ** в работе промышленного робота или технологического оборудования, совместно с которым он работает;
- **ошибочные** (непреднамеренные) **действия** оператора или наладчика во время наладки и ремонта при работе в автоматическом режиме;
- **доступ** человека в рабочее пространство робота, функционирующего в режиме исполнения программы;
- **нарушение условий** эксплуатации промышленного робота или роботизированного технологического комплекса;
- **нарушение требований** эргономики и безопасности труда при планировке комплекса и участка.

Установлено, что наиболее травмоопасной ситуацией является прямой контакт человека с машиной, когда человек выполняет такие **операции**, как перепрограммирование, наладку, ремонт, установку, снятие инструмента, монтаж, смазку или чистку, выявление причин и устранение неисправностей. Наибольшему риску быть травмированными при выполнении вышеперечисленных операций подвергаются работники следующих профессий: слесари-монтажники, сборщики, электротехники, наладчики, мастера [43].

Анализ и правильное использование сведений о распределении, динамике и причинах производственного травматизма при эксплуатации автоматических линий, ПР, РТК и РТУ позволяют избежать повторения ошибок при проектировании, создании и эксплуатации новых автоматических линий, комплексов и производств.

4.2 Принципы и методы обеспечения безопасности в автоматизированном производстве

Основным принципом обеспечения безопасности автоматических и автоматизированных производственных процессов или производств является исключение или сведение до минимума вероятности (социально-допустимого риска) возникновения опасных ситуаций, формирующих несчастные случаи и другие нежелательные явления [2, 24, 43].

Реализация этого принципа при эксплуатации промышленных объектов **возможна** лишь при высоком уровне профессиональной подготовки обслуживающего персонала, соблюдении технологической дисциплины, использовании эргономически обоснованных конструкций производственного оборудования, участков, линий, высокой надежности всей техники при работе в конкретно заданных условиях рабочей среды, создании для человека комфортных условий труда.

Другим, не менее важным, **принципом** обеспечения безопасности автоматизированных производств является принцип экономической целесообразности. Учитывая, что абсолютная безопасность - это лишь желаемое состояние любого производственного процесса при современном уровне развития техники, необходимо выбирать такие технологии, формы организации работ и средства защиты, которые позволили бы при мини-

мально возможных расходах на охрану труда достигать требуемого уровня риска опасности. Основными **формами реализации** этого принципа являются переход к безлюдным или принципиально новым, более безопасным технологиям, производственным процессам, предусматривающим полную передачу энергетических, транспортных, технологических, логических функций от человека исполнительным механизмам, устройствам, машинам и т. п.; разработка и широкое использование автоматизированных, адаптивных систем диагностики, контроля и управления уровнем безопасности производственных процессов.

Реализация указанных принципов **предусматривает**:

- необходимость использования метода системного анализа при выявлении ОиВПФ и нежелательных последствий контакта человека с ними;
- оценку состояния (уровня) безопасности процесса;
- выбор и обоснование количественных показателей уровня безопасности проектируемого или эксплуатируемого производства для разработки общих и специальных требований;
- обеспечение выполнения разработанных требований при проектировании и эксплуатации [43].

Для защиты человека от опасностей применяют **два метода**:

- обеспечение **невозможности проникновения** человека в рабочую зону при наличии источников опасности;
- применение специальных **приспособлений и устройств**, непосредственно защищающих человека от любой опасности, представляющей реальную угрозу для его жизни или здоровья.

Первый метод состоит в разработке, выборе и применении ограждающих, блокирующих, предупреждающих, сигнализирующих устройств или систем, обеспечивающих недоступность человека к источнику опасности (подраздел 2.2). **Второй метод** основан на использовании систем дистанционного управления или устройств, автоматически отключающих источники энергии или останавливающих движение исполнительных механизмов и других элементов при появлении человека в границах рабочей зоны.

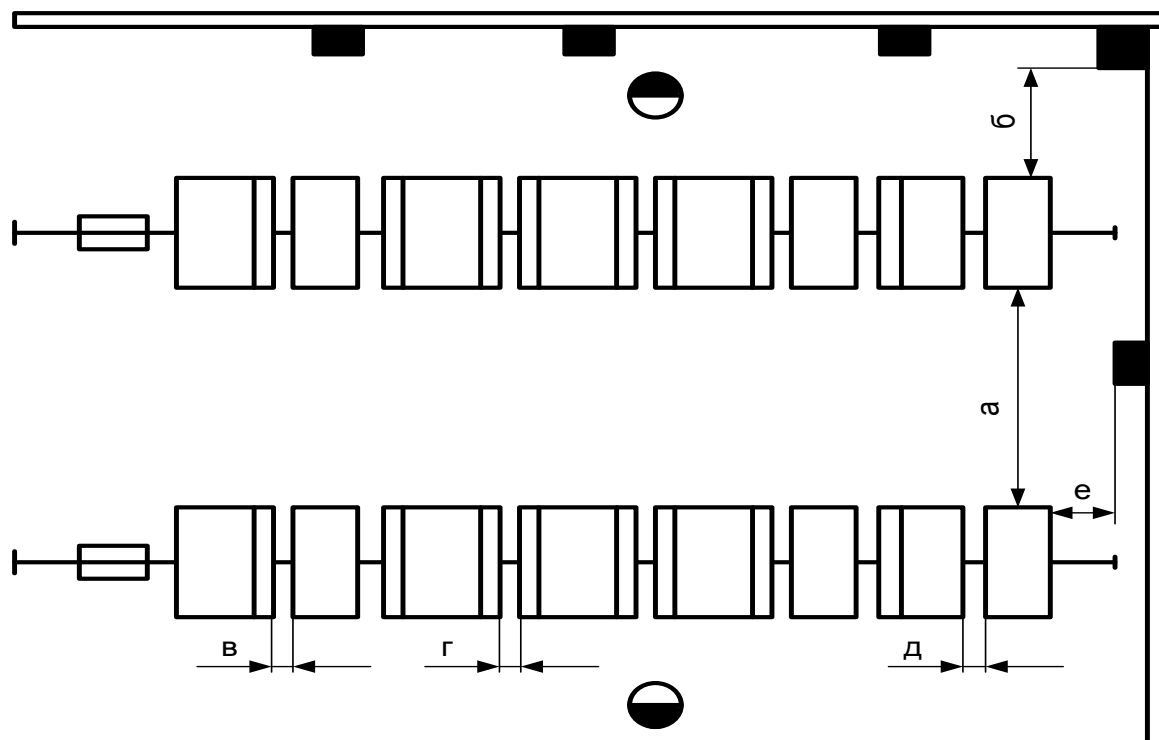
Рассмотрим требования охраны труда к автоматическим, автоматизированным и механизированным линиям и участкам, которые изложены в ГОСТ 12.2.119-88 ССБТ «Линии автоматические, роторные и роторно-конвейерные. Общие требования безопасности».

Для обеспечения безопасности **автоматических, автоматизированных и механизированных линий** должны выполняться следующие **требования**:

- требования к основным элементам конструкции;
- требования к защитным ограждениям;
- требования к главному приводу линии, к гидроприводу, пневмоприводу и системе смазки;
- требования к загрузочным устройствам;
- требования к органам управления;
- требования к уровню шума и вибрации;
- требования к устройству площадок и лестниц;
- требования к электрооборудованию.

Требования безопасности к оборудованию, средствам защиты и процессам рассмотрены в разделе 2, требования к органам управления – в подразделе 3.3, требования к электрооборудованию – в разделе 5. Рассмотрим **особенности** обеспечения безопасности линий и участков.

Расположение. Автоматические линии (участки) располагаются в специально спроектированных цехах (зданиях) и отделяются от соседних линий (участков), стен, подъездных путей **проходами**. Размеры проходов в соответствии с ОСТ 22-1424-80 приведены на рис. 5 [2]. Линии, обслуживаемые с двух сторон, при отсутствии в них безопасных проходов оборудуют **переходами** (мостиками) которые располагают на расстоянии, не превышающем 25 м. Линии, имеющие не доступные с пола элементы (которые необходимо периодически обслуживать), снабжают стационарными **площадками** или **галереями**. Мостики, площадки, галереи должны иметь двусторонние перила. Высота перил и ширина настила не менее 800-1000 мм; настил не должен быть скользким.



Размеры проходов, мм: а – 800...1000; б – 1200...1500;

в – 40...50; г – 90...100; д – 40...50; е – 800...1000

Рисунок 5 – Схема расположения механизированных линий

Органы управления. Расположение органов управления автоматических линий должно **исключать** возможность их случайного включения и выключения. Органы управления должны иметь четко выполненные **надписи** или **символы**, поясняющие назначение каждого из них. На линиях с большим фронтом обслуживания органы управления **дублируются**. Управление оборудованием на однотипных линиях унифицировано. **Расположение пульта управления** линией должно обеспечивать возможность визуального контроля выполнения рабочих и транспортных операций. В некоторых случаях рабочее место оператора находится в закрытой кабине, обеспечивающей защиту от воздействия вредных производственных факторов данного технологического комплекса.

Ограждение. Ограждению подлежат:

- все потенциально опасные вращающиеся или движущиеся элементы механизированных и автоматизированных комплексов (исключение составляют элементы, ограждение которых не допускается их функциональным назначением);
- зоны возможного выброса рабочего материала и инструмента;

– зоны факторов повышенной опасности (высоких температур, напряжений, излучений и т. д.).

Для наблюдения за работой механизмов автоматических линий или с целью уменьшения массы конструкции ограждения могут иметь отверстия или изготавливаться из решетки или сетки. Обычно размер ячеек сетки не превышает 10x10 мм. Если ограждение изготовлено из решетки (сетки), то расстояние от движущихся элементов до поверхности ограждения должно соответствовать следующим величинам (ГОСТ 12.2.009-80), приведенным в табл. 23.

Таблица 23 – Расстояние от движущихся элементов до поверхности ограждения

Наибольший диаметр окружности, вписанной в отверстие решетки, мм	8	8 - 25	25 - 40
Расстояние от движущихся элементов, мм	15	120	200

Ограждение зоны обработки выполняется из стали толщиной не менее 0,8 мм или алюминия толщиной не менее 2 мм, или из прочной пластмассы толщиной не менее 4 мм. При необходимости ограждения могут иметь смотровые окна из безопасного стекла толщиной не менее 4 мм.

Блокировки. Линии и оборудование должны иметь блокировки:

– исключающие возможность ведения рабочих операций при незафиксированном рабочем материале или при его неправильном положении;

– не допускающие самопроизвольных перемещений рабочих устройств, транспортных средств, механизмов подъема, поворота и других подвижных элементов линии и оборудования;

– не допускающие выполнения следующего цикла до окончания предыдущего;

– обеспечивающие остановку линии при снятии или открывании ограждения и при входе человека в зону ограждения.

– обеспечивающие невозможность пуска линии при снятых или открытых ограждениях или нахождении человека в зоне ограждения;

- исключают возможность одновременного использования дублированных органов или пультов управления;
- обеспечивающие остановку при выходе исполнительных устройств оборудования за пределы запрограммированного пространства, отказе оборудования или выходе параметров за допустимые пределы;
- обеспечивающие удержание заготовки и инструмента в случае неожиданного прекращения подачи электроэнергии, воздуха, масла и т. д.

На рис. 6 приведено решетчатое ограждение опасной зоны с установкой конечных выключателей на входной двери.

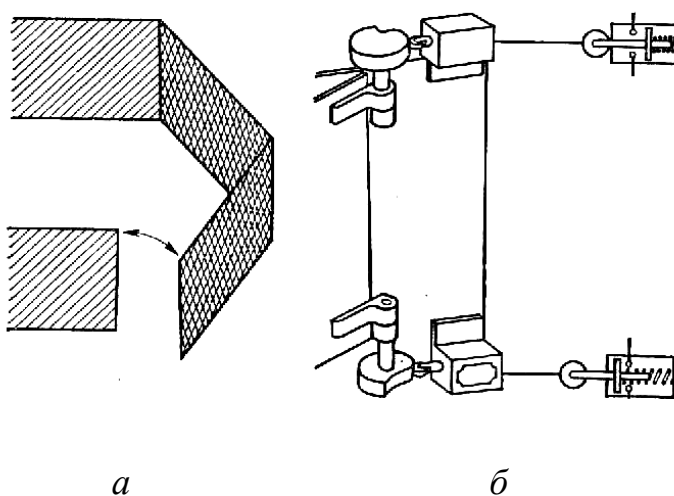


Рисунок 6 – Ограждение опасной зоны (а) и схема электрической блокировки дверей (б)

Электробезопасность. Электробезопасность линий обеспечивается:

- размещением в удобном месте вводного аппарата ручного или стационарного действия, который позволяет подключать к питающей сети все электрооборудование линии и отключить его во время перерыва в работе или в аварийных случаях;
- наличием аварийной кнопки «Стоп» с выступающим грибовидным толкателем красного цвета, которая обеспечивает отключение электрооборудования независимо от режима работы линии;
- защитой электроприводов от самовключения (независимо от положения органов управления) при внезапном восстановлении исчезнувшего напряжения;
- блокированием дверей шкафов (ниш) для электроаппаратуры;

– защитным заземлением, занулением, организацией защитного отключения механических устройств и установок, которые могут случайно оказаться под напряжением;

– заключением наружной электропроводки (кроме отдельных коротких участков) и внутренней (в местах возможных повреждений, попадания масла, влаги и т.д.) в трубы, металлорукава, резиновые шланги.

Сигнализация. При выборе предупредительных или аварийных сигналов предпочтение отдается звуковым сигналам, если шум в цехе соответствует ГОСТ 12.1.003-83. В противном случае целесообразно использовать яркий мигающий свет. Уровень звукового давления сигнала обычно 90–100 дБ в полосе частот 125–500 Гц. Сигнально-предупредительная окраска и знаки безопасности должны отвечать требованиям ГОСТ 12.4.026-76.

Санитарно-гигиенические условия. Шумовые и вибрационные характеристики линий должны соответствовать ГОСТ 12.1.003-83, ГОСТ 12.1.012-78 (приложение Д). Линии должны быть снабжены устройствами местного освещения рабочей зоны в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.119-88. Величина освещенности устанавливается СНиП II-4-79 (приложение Г). Состояние воздушной среды в рабочей зоне производственных помещений должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005-88 (приложение В). В цехах должна быть организована вентиляция. Линии, работа которых сопровождается образованием вредных веществ (вредные пыли, аэрозоли, излучения и т.д.), необходимо снабжать устройствами, позволяющими гарантировать соблюдение санитарных норм. Например, автоматические линии, которые в процессе работы образуют пыль, мелкую стружку, вредные жидкости (газы), должны иметь устройства для отсоса из зоны обработки загрязненного воздуха и его очистки. Процессы, в которых концентрация вредных веществ превышает ПДК, должны быть оборудованы дистанционным управлением.

Испытания. Автоматические линии проходят предварительную проверку, испытания на холостом ходу и испытания в режиме работы.

Конвейеры. В производственных процессах для выполнения транспортных операций часто используют конвейеры. Применение конвейеров значительно интенсифицирует технологический процесс. Для обеспечения безопасности конвейеров должны выполняться требования [2, 25]:

- к конструкции конвейеров;
- к средствам защиты;
- к размещению конвейеров в производственных зданиях, галереях, тоннелях и на эстакадах.

Требования безопасности к конвейерам уставлены ГОСТ 12.2.022-80 ССБТ «Конвейеры. Общие требования безопасности». Эти требования должны выполняться при проектировании, изготовлении, монтаже, наладке, обкатке и эксплуатации.

Роботизированные участки, комплексы и производства имеют ряд специфических особенностей. Рассмотрим особенности обеспечения безопасности этих процессов.

4.3 Принципы и методы обеспечения безопасности в роботизированном производстве

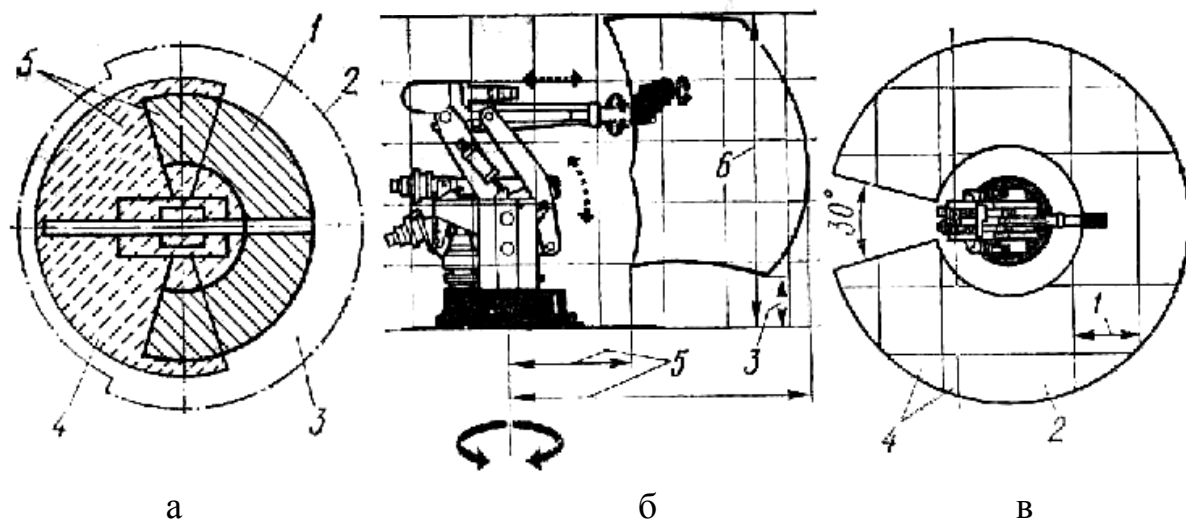
Широкое использование промышленных роботов в качестве одного из **основных средств** комплексной автоматизации производственных процессов требует в зависимости от типа ПР, области применения и вида производства выявления, классификации, оценки и учета потенциальных опасностей, возникающих при эксплуатации ПР в составе механизированных, автоматизированных комплексов, участков, линий. Принципы и методы обеспечения безопасности роботизированных производств аналогичны принципам и методам, изложенным в подразделе 4.2. Остановимся на особенностях этих производств [1, 2, 43].

В **отличие** от традиционных видов оборудования, автоматизированных линий, при эксплуатации которых опасная зона, как правило, располагается внутри оборудования, станка или линии (зоны обработки, загрузки, выгрузки и т. п.), при эксплуатации промышленных роботов расположение потенциально опасной зоны может быть более разнообразным.

Потенциально **опасной зоной** называется окружающее **робота** пространство, появление человека в котором создает угрозу для жизни или здоровья последнего. **Размеры** опасной зоны (ОЗ) зависят, в первую очередь, от границ рабочей зоны (РЗ), исполнительного механизма робота, способности надежно удерживать обрабатываемые изделия, инструмент.

Существует два метода определения границ опасных зон промышленных роботов (рис. 7):

- метод «концентрических окружностей» (является наиболее эффективным при определении границ ОЗ в горизонтальной проекции);
- метод «пространственных решеток» (применяется для определения границ ОЗ и в горизонтальной, и вертикальной проекциях).



а – метод концентрических окружностей;

б, в – метод пространственной решетки;

1 – активная РЗ; 2 – ограждение; 3 – потенциально опасное пространство; 4 – пассивная РЗ; 5 – зона опасного перемещения исполнительных механизмов, элементов, узлов робота;

6 – граница ОЗ по высоте

Рисунок 7 – Определение границ опасных зон промышленных роботов

Все потенциальные опасности, возникающие при эксплуатации роботов, являются комбинациями небезопасных условий труда и небезопасных действий человека. Рассмотрим **специфические опасности**, присущие в большинстве случаев только роботам или роботизированным производственным системам. Можно выделить следующие **группы опасностей**:

- опасности, возникающие при перевозке, установке и монтаже роботов (зависят от конструкции ПР, его компоновки, подвижности и т. п.);
- опасности, возникающие при подготовке роботов к работе и их регулировке (при позиционировании, регулировке, настройке, калибровке

конечных выключателей, амортизаторов, ограничителей движения, тормозов и других элементов, обеспечивающих его нормальное функционирование);

- опасности, возникающие при программировании, обучении, перенастройке, корректировке программ;
- опасности, возникающие при тестовых испытаниях;
- опасности, возникающие при работе робота в автоматическом режиме (операции по обслуживанию робота: уборка отходов, загрузка и разгрузка деталей, заготовок, проверка качества обрабатываемых изделий);
- опасности, возникающие при непредвиденных (внезапных) отказах.

Основными **причинами отказов** являются: неисправности контрольно-измерительной аппаратуры, систем управления (32,7%), а также отдельных узлов робота (11,5%); неисправности, выход из строя исполнительных элементов: захватов, обрабатывающих инструментов, сварочных устройств и других узлов (9,2%); выход из-под контроля, незапрограммированные движения и действия робота: короткое замыкание в системе, посторонний источник энергии и т. п. (5,4%); операционные ошибки и погрешности в программировании (9,7%); износ, истирание, потеря точности в сопрягаемых элементах, узлах (7,8%); несовместимость инструментов с обрабатываемым изделием (22,3%); прочие причины (1,4%) [43].

Безопасность роботизированных участков, комплексов и производств обеспечивается **выполнением**:

- требований к конструкции ПР и их составным частям;
- требований к организации комплексов, участков и производств;
- требований к эксплуатации ПР, РТК, РТУ и РТС.

Требования безопасности установлены ГОСТ 12.2.072-82 ССБТ «Роботы промышленные, роботизированные технологические комплексы и участки. Общие требования безопасности».

Требования к конструкции

Промышленные роботы, предназначенные для эксплуатации в условиях повышенной запыленности и температуры воздуха, наличия взрыво- и пожароопасных смесей и в других неблагоприятных условиях производственной среды, изготавливают в соответствующем **защитном исполнении** с

учетом требований ГОСТ 12.1.004-91 и ГОСТ 12.1.010-76. Захватное устройство ПР должно удерживать объект манипулирования при внезапном отключении питания. В случае применения в составе РТК (участка, линии) роботов зарубежных моделей **цветовое оформление** их составных частей производится в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026-76, а **символы** органов управления - в соответствии с ГОСТ 12.4.040-78. Выход манипуляторов за пределы запрограммированного рабочего пространства ограничивается **жесткими упорами**, выдерживающими нагрузку с учетом динамического и статического усилий. Промышленные роботы оснащаются **регуляторами**, снижающими скорость перемещения его исполнительных устройств до 0,3 м/с, если для обучения и наладки ПР требуется присутствие персонала в рабочей зоне. **Переключатели** режимов работы и **регуляторы** скорости ПР должны быть снабжены фиксаторами, исключающими самопроизвольное их перемещение. Доступ к ним должен предусматривать применение специального инструмента (ручек, ключей и т. п.). На переключатели режимов работы и регуляторы скорости наносят четкие надписи или символы по ГОСТ 12.4.040-78. Для повышения безопасности в конструкции робота должны быть устройства, обеспечивающие получение и передачу на пульт управления **информации**:

- о режиме работы (исполнение программы, работа по этапам программы, ручное управление);
- о срабатывании блокировок ПР и оборудования;
- о наличии сбоя в работе ПР;
- о начале движения исполнительных устройств и готовности к движению при исполнении управляющей программы.

Средства защиты. В зависимости от условий взаимодействия человека с ПР различают три вида потенциальных опасностей, обуславливающих применение тех или иных методов и средств защиты: **динамическое** воздействие на человека (толчки, удары и т. п.) исполнительных устройств или других движущихся механизмов; **механическое** воздействие на человека (захваты, прижимы, сдавливания и т. п.) исполнительных устройств или перемещающихся относительно друг друга элементов; воздействие **факторов**, присущих традиционным процессам (электрический ток, элек-

трический удар, электрическая дуга, радиация, высокие или низкие температуры, раскаленные предметы, вредные химические вещества и т. д.).

Выбор метода и устройств, защищающих человека от опасностей роботизированных систем, требует не только высокого уровня знаний от конструктора и проектировщиков, но и учета поведенческих реакций обслуживающего ПР персонала. Эффективным средством (системой) обеспечения безопасности следует считать такое средство, которое в реальных производственных условиях позволяет обслуживающему персоналу находиться в рабочей зоне ПР без риска травмирования при возникновении отказов оборудования или ошибок оператора. Любая система обеспечения безопасности **состоит из трех** одинаково важных подсистем: обнаружения человека в опасной зоне, контроля и исполнительных устройств, отключающих источники энергии. Эффективному решению задач защиты человека от опасностей предшествуют операции определения границ опасной зоны (см. рис. 7).

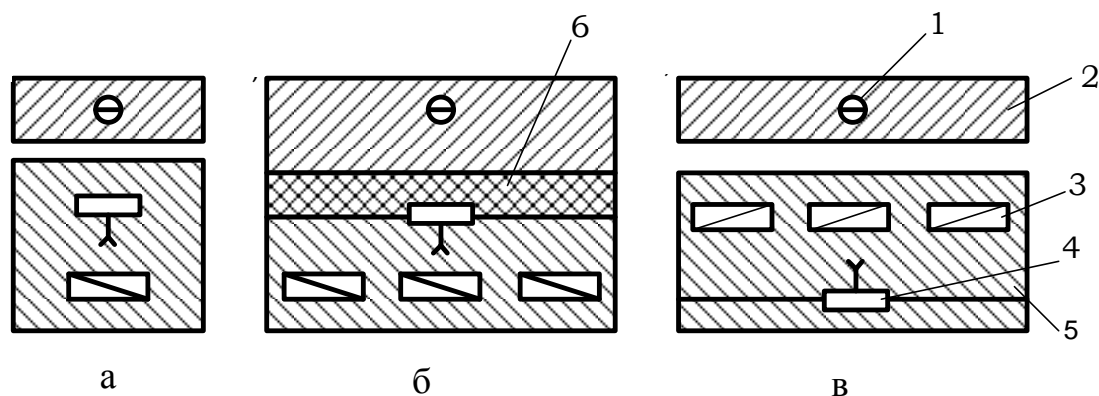
Для разработки эффективных средств защиты необходимо рассмотреть классификацию роботизированных систем по степени участия человека в работе и управлении этими системами. Различают **три основных варианта** планировки РТК, участков, линий (рис. 8):

- комплексы, исключающие возможность появления оператора в пределах рабочей зоны ПР при его работе в автоматическом режиме;
- комплексы с совмещением рабочих зон оператора и ПР;
- комплексы с разделением рабочих зон оператора и ПР [43].

Системы 1-го типа обычно имеют замкнутое круговое ограждение, при нарушении которого происходит автоматическая блокировка и остановка ПР. К ним относятся также комплексы, в которых ПР встроены или являются частью основного технологического оборудования. Переналадка и коррекция работы РТК производятся оператором с пульта управления вне рабочей зоны ПР, а устранение неисправностей и необходимая профилактическая работа осуществляются при переводе ПР с автоматического на ручной режим управления. При этом конструкция ограждения не должна затруднять визуальный контроль оператора за работой РТК.

К **системам 2-го типа** относятся комплексы с автономными ПР, обслуживающими одну или несколько единиц технологического оборудова-

ния. Если ПР работают по жесткой программе, то появление человека в рабочей зоне робота должно вызывать автоматическую блокировку его работы. При использовании адаптивных роботов или ПР с гибким управлением от центральной ЭВМ остановка движений при совмещении рабочих зон оператора и ПР должна осуществляться только в той точке зоны рабочего пространства, где находится оператор.



а – РМ с разделением рабочих зон оператора и ПР защитным устройством; б – РМ с совмещением рабочих зон оператора и робота; в – РМ с разделением РЗ оператора и ПР технологическим оборудованием; 1 – оператор; 2 – РЗ оператора; 3 – СЧМ; 4 – ПР; 5 – рабочая зона ПР; 6 – зона совмещения действий оператора и ПР

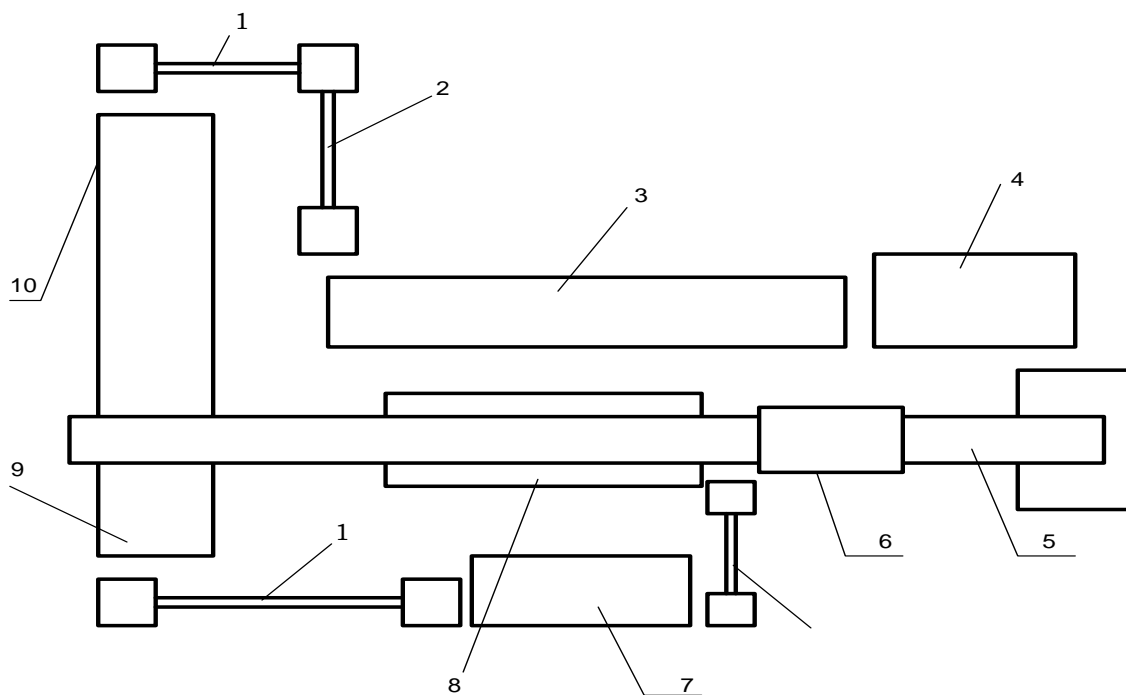
Рисунок 8 – Планировка роботизированных систем

К **системам 3-го типа** относятся гибкие обрабатывающие модули, РТК, РТУ, транспортно-складские комплексы и т. п., в которых последовательность выполнения отдельных операций в рамках управляющей программы не задается, а определяется в процессе работы ПР на основе информации, поступающей с центральной ЭВМ. Появление человека в рабочей зоне роботов должно вызывать автоматическую блокировку. Для этого должна осуществляться регистрация пространственного положения ПР и отдельных его механизмов, а также данных о местонахождении обслуживающего персонала при появлении его в рабочей зоне ПР.

В большинстве случаев применяемые сегодня средства защиты представляют собой системы или устройства, искусственно ограничивающие или не допускающие возможных движений, перемещений или действий человека в опасной зоне. Механические средства защиты или ограждения опасной зоны могут быть выполнены на основе устройств, в которых ис-

пользованы различные контактные, силовые, ультразвуковые, индукционные, светолокационные и другие датчики. К числу устройств относятся контактные коврики, переходные мостики, буфера и барьеры [43].

К наиболее распространенным средствам защиты относятся **механические ограждения** (решетки, панели, барьеры и т. п.) с блокирующими устройствами, исключающими возможность проникновения человека в опасную зону при работе робота (рис. 9). Высота ограждений обычно составляет не менее двух метров от уровня пола. Расположение ограждения по периметру рабочей зоны должно обеспечивать свободный проход вокруг ограждения, а внутри рабочей зоны — достаточное расстояние (600 мм) между опасной зоной и ограждением. Конструкция дверей должна предусматривать открывание их наружу.

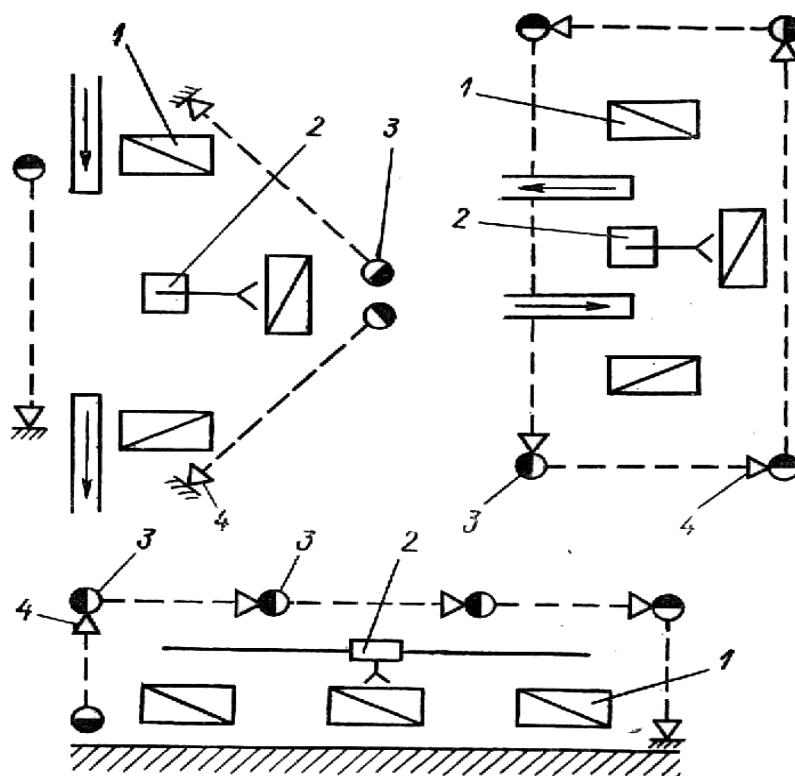


*1 – ограждение; 2 – дверь с электрозамком; 3 – электрошкаф станка;
4 – блок энергопривода; 5 – монорельс ПР; 6 – каретка ПР; 7 – система
управления; 8 – станок; 9 – тактовый стол; 10 – склад*

Рисунок 9 – Комбинированное ограждение РТК

Недостатком ограждений этого типа является невозможность защиты человека при нахождении его внутри ограждения, например при про-

граммировании, установке, обучении, наладке и профилактическом обслуживании. Использование для ограждения светолокационных, емкостных, ультразвуковых устройств уменьшает опасность формирования аварийных ситуаций, хотя также не обеспечивает защиты человека при нахождении его в рабочей зоне. Исходя из требований малой стоимости при высокой эксплуатационной надежности в качестве устройств, обеспечивающих безопасность процесса, **рекомендуют использовать** различные виды сегментных выключателей, двух-, трехконтурные переключающие контакты (выключатели мгновенного или замедленного действия), командные кулачки или кулачковые планки, гидравлические амортизаторы, обеспечивающие мгновенную остановку, контролируемое торможение и приведение движущихся частей системы в состояние покоя при необходимости срочной остановки. На рис. 10 приведено светозащитное устройство в модульном исполнении с применением светолокационных датчиков [43]. Оно обеспечивает эффективную защиту человека при различных компоновках РТК.



1 – основное технологическое оборудование; 2 – ПР;
3 – излучатель; 4 – приемник

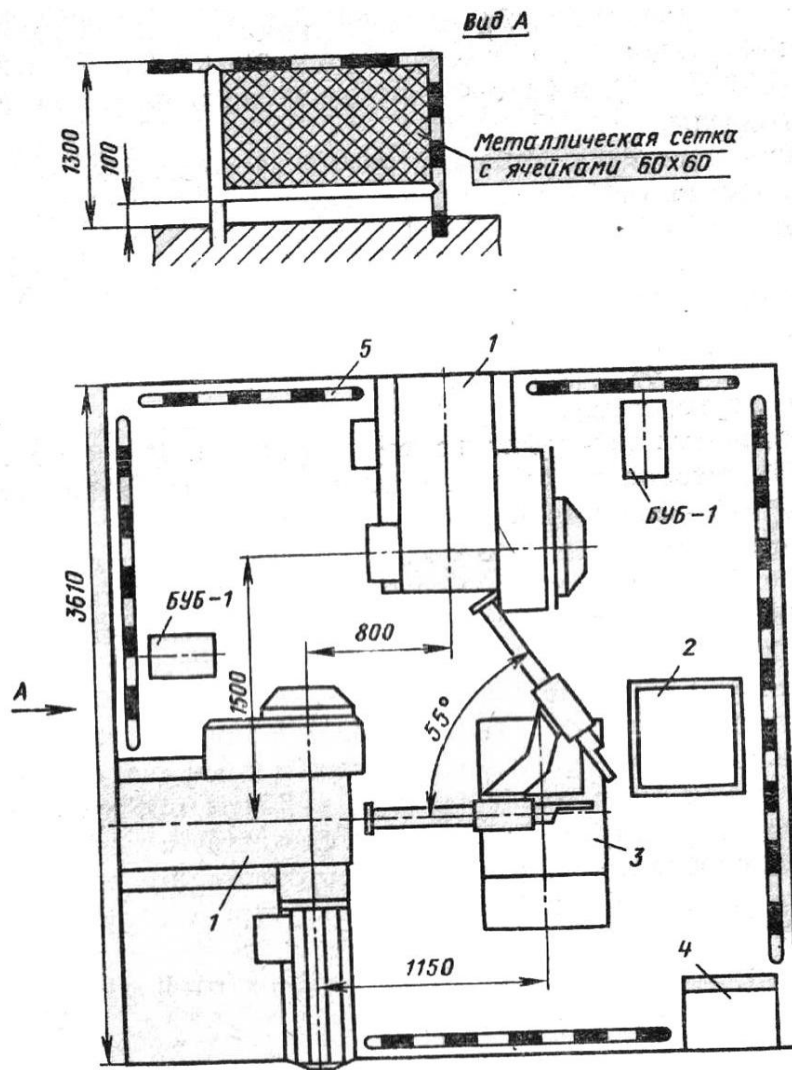
Рисунок 10 – РТК со светолокационными датчиками

Общие показатели эксплуатационной надежности и безопасности работы зависят от степени приспособляемости ПР к изменяющимся параметрам внешней среды, т.е. доли **адаптивного управления** в общем времени управления и развитости информационного оснащения [43]. Адаптивное управление позволяет избежать аварий и поломок при неточном позиционировании заготовок на входе участка, а также при других отклонениях.

Автоматизированная **система диагностирования** работоспособности ПР и роботизированных систем позволяет предотвратить возникновение аварийных ситуаций. Для этого системы оснащаются сложной информационной системой, включающей в себя датчики различных типов, регистрирующие давление в гидро- и пневмосети, уровни питающих напряжений, положение управляемых координат технологического оборудования, режимы работы и работоспособности устройств и т. п. Дискретные сигналы датчиков поступают на отдельный пульт оператора, имеющий развитую систему индикации, которая позволяет ему быстро находить неисправность. Информационные потоки сведены в технологические и функциональные группы. Предусматривается возможность блокировки потоков отдельных технологических групп при необходимости проведения оператором профилактического осмотра, ремонта и переналадки данного оборудования без прерывания работы всего комплекса. Информационная система имеет модульное исполнение, что позволяет реализовать любую планировку РТК [43].

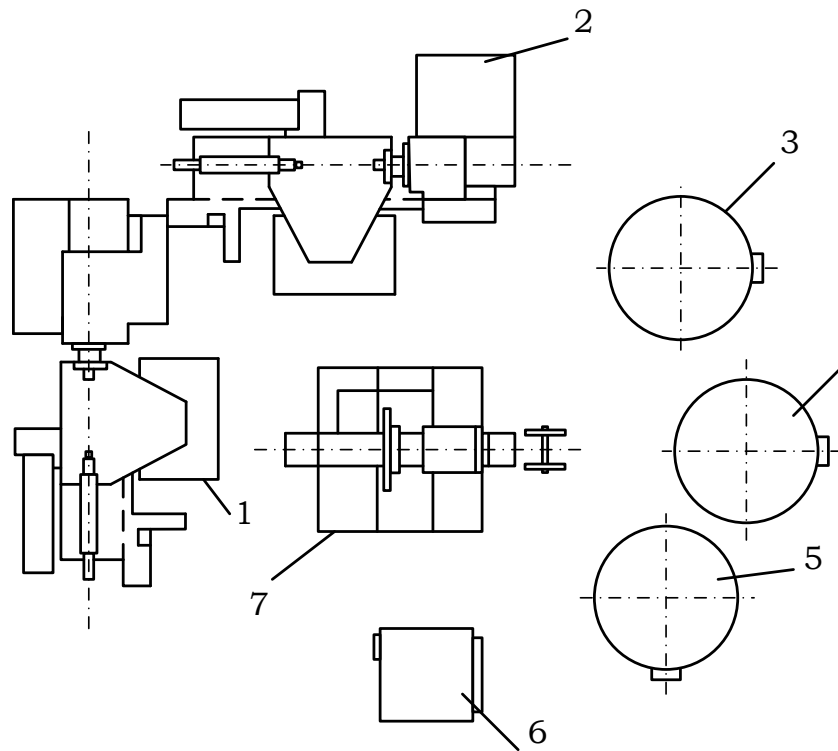
Требования к размещению

Планировка участков и линий ПР, РТК должна обеспечивать **свободный, удобный и безопасный доступ** обслуживающего персонала к ПР, основному и вспомогательному технологическому оборудованию, к органам управления и аварийного отключения всех видов оборудования и механизмов, входящих в их состав. Планировка должна проводиться **в зависимости** от типа используемого технологического оборудования, его компоновки, формы, размеров и расположения рабочих зон, уровня автоматизации оборудования, надежности его работы и степени информационного обеспечения, а также от компоновки и структурно-кинематической схемы ПР с учетом действующих норм технологического проектирования соответствующего производства. Примеры компоновки ПР с технологическим оборудованием приведены на рис. 11—13.



1 – пресс; 2 – тара; 3 – ПР; 4 – управляющее устройство; 5 – ограждение
 Рисунок 11 – Пример компоновки ПР с технологическим оборудованием

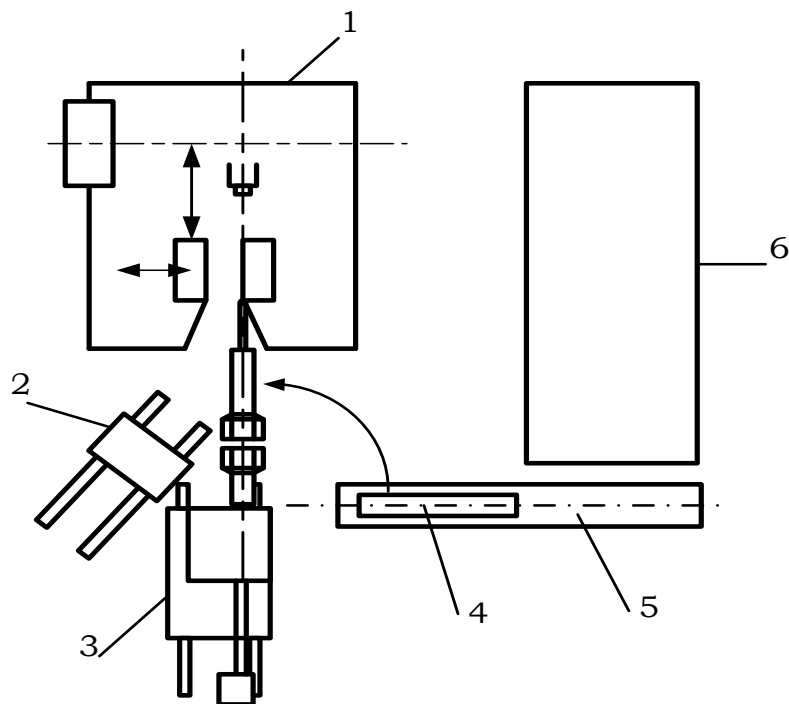
При организации РТК, участков, линий необходимо предусматривать **максимальную** механизацию и комплексную автоматизацию основных и вспомогательных технологических операций и видов работ, связанных с воздействием на работающих опасных и вредных факторов, оставляя за операторами функции управления и контроля. РТК должны быть оснащены блокирующими устройствами, обеспечивающими выключение комплекса или отдельных его частей при нарушении производственного процесса, отказе оборудования или выходе параметров энергоносителей за допустимые пределы.



1, 2 – станки с ЧПУ; 3 – 5 – магазины-накопители;
6 – устройство управления; 7 – манипулятор

Рисунок 12 – Схема планировки РТК

Пульты управления роботизированных производств (ГОСТ 22269-76, ГОСТ 23000-78), как правило, размещаются за пределами зоны ограждения с обеспечением оператору возможности хорошего обзора за работой ПР, технологического оборудования, входящего в состав комплекса, и окружающего его пространства. **Требования** безопасности к пультам управления рассматриваются в подразд. 4.4. РТК или участки с **несколькими пультами управления** должны быть оснащены блокировками, исключающими возможность параллельного управления одним и тем же оборудованием от различных пультов. В рабочих зонах РТК по трассам возможных (вынужденных) перемещений обслуживающего персонала устанавливают **дублирующие** органы управления и **аварийные** блокировки. Органы аварийного останова должны располагаться в легкодоступном месте. Кнопки аварийных блокировок в пределах рабочей зоны оператора располагают на расстоянии не более 4 м одна от другой.



*1 – горизонтально-ковочная машина; 2 – устройство разгрузки;
3 – ПР; 4 – устройство загрузки; 5 – конвейер; 6 – нагревательная печь*
Рисунок 13 – Компонировка ПР с горизонтально-ковочной машиной

Требования к эксплуатации роботизированных производств

Эксплуатация ПР, РТК, РТУ и РТС должна проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.072—82 и отраслевых норм и правил. Для персонала, обслуживающего роботизированные комплексы, разрабатывают и утверждают в установленном порядке **инструкции по охране труда**, в которых приводят обязанности обслуживающего персонала, безопасные приемы и методы работы при обучении, наладке, ремонте и перепрограммировании ПР и РТК, формы организации контроля за мероприятиями и средствами обеспечения безопасности и соблюдением персоналом требований техники безопасности, рациональные режимы труда и отдыха персонала, обслуживающего конкретный ПР или участок.

Инструкцию по охране труда при эксплуатации ПР и РТК составляют на основе «Положения о разработке инструкций по охране труда», утвержденного Государственным комитетом по надзору за охраной труда 29.01.1998 года, с отражением требований ГОСТ 12.2.072-82, норм и правил соответствующих производств. В инструкцию по эксплуатации реко-

мендуется включать следующие **разделы**:

– **Общие требования** безопасности (назначение и технические характеристики ПР, особенности, характеристика ОиВПФ, условия допуска лиц к выполнению работы, ответственность за нарушение требований инструкции. Так, по ГОСТ 12.2.072-82 к работе по программированию, обучению, наладке, эксплуатации и ремонту ПР, РТК, участков допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование и получившие право на их обслуживание).

– Требования безопасности **перед началом работы** (проверка исправности оборудования, приспособлений и инструмента, ограждений, сигнализации, блокировочных и других устройств, защитного заземления, вентиляции; проведение пробного цикла работы на холостом ходу; проведение тестовой проверки функционирования частей).

– Требования безопасности **во время работы** (способы и приемы безопасного выполнения работ; правила использования технологического оборудования, приспособлений и инструментов; действия, направленные на предотвращение аварийных ситуаций; требования и порядок использования средств защиты).

– Требования безопасности **в аварийных ситуациях** (порядок безопасного отключения и действия персонала при возникновении опасных, критических и аварийных ситуаций; действия по оказанию медицинской помощи).

– Требования безопасности **по окончании работы** (порядок отключения и остановки ПР, РТК или участка, переключения их на ручной режим, записей в журнале о техническом состоянии, передачи по смене).

– Требования безопасности, **безопасные приемы и методы работы** при обучении, проведении наладочных, ремонтных и профилактических работ (при выполнении работ в рабочем пространстве робота в месте включения питания вывешивается плакат; ремонтно-профилактические работы производятся только при отключении питания; обучение и наладка при нахождении персонала в рабочей зоне ПР осуществляются при скорости перемещения его исполнительных устройств до 0,3 м/с).

– Требования к **организации контроля** безопасной работы.

Контроль исправности оборудования и средств защиты, соблюдения

работающими правил безопасности осуществляют ИТР цеха совместно со службой охраны труда предприятия.

4.4 Требования к пультам управления

Пульт управления является основным **функциональным элементом** рабочих мест с автоматизированным управлением (станки-автоматы, автоматизированные конвейерные линии, роботизированные участки, операторские и диспетчерские пульта), а также рабочих мест смешанного типа с наличием автоматизированного элемента (станки-полуавтоматы, кузнечно-прессовые машины, строительно-дорожные машины, прокатные станы и т.п.) [9].

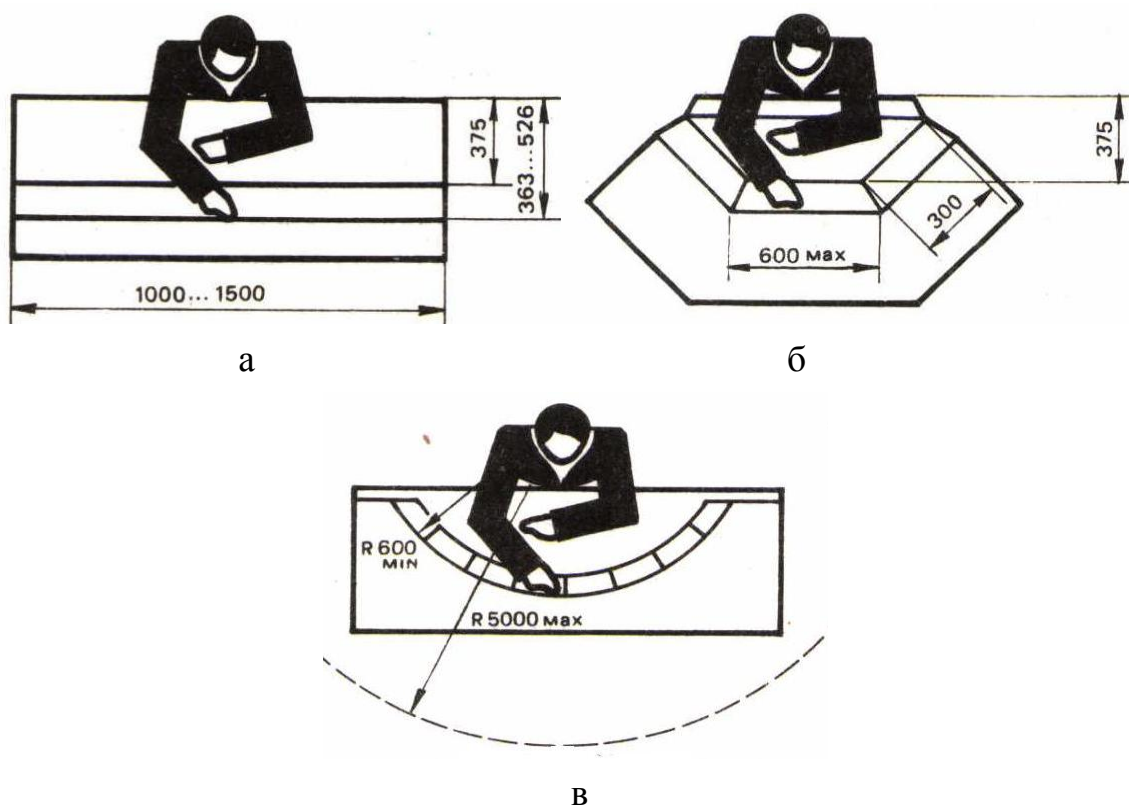
Пульт управления может быть **конструктивно** отделен от объекта управления и даже находиться в другом помещении, а может являться и частью оборудования. Возможны комбинированные варианты. При работе за пультом управления оператор может получать информацию с контрольно-измерительных приборов, расположенных на пульте, приборном щите, или непосредственно с управляемого объекта. В последнем случае на пульте располагаются только органы управления. Эффективность использования пульта управления определяется выполнением требований к **информационным моделям** (подраздел 3.2).

Выбор пульта и панели управления, их количество зависят от типа рабочего места, его назначения и организации. Габаритные **размеры** пульта, параметры зон досягаемости по высоте, ширине и глубине, размеры пространства для ног, высота рабочей поверхности, углы наклона панелей рассчитываются по общим правилам расчета параметров рабочих мест. Эти параметры зависят от параметров сиденья и объема рабочего пространства.

Парные напольные пульта (справа и слева от оператора) используются в тех случаях, когда необходимо обеспечить оптимальную обзорность с рабочего места (башенные краны, экскаваторы и т.п.). **Навесные** пульта управления (настенные, на гибких шлангах) используются при дефиците рабочего пространства. Пульта небольших размеров (150x250 мм, 200x400 мм) для станков и других машин с автоматизированным и полуавтоматизированным управлением целесообразно выполнять навесными и передвижными. Угол наклона рабочей поверхности должен быть регулиру-

емым. При выполнении сложных многоцелевых работ, при наличии большого числа органов управления и средств отображения информации рекомендуются **многопанельные** пульта управления.

Панели пульта, являющиеся его рабочей поверхностью, могут быть различно **ориентированы в пространстве** в зависимости от положения тела работающего, рабочего места, его назначения и организации. Горизонтальные и наклонные панели различной формы (прямоугольные, трапециевидные, полукруглые, многогранные - рис. 14) предпочтительнее для работы в положении «сидя». Вертикальные панели для работы в положении «стоя» используются в тех случаях, когда их ширина больше 1500 мм.



а – горизонтальная; б – трапециевидная; в - многогранная

Рисунок 14 – Форма панелей пульта управления

Следует предпочитать наклонную панель пульта горизонтальной панели. Средства отображения информации целесообразнее располагать на вертикальных панелях, а органы управления — на наклонных (10—20° к горизонтальной плоскости) и горизонтальных. **Трапециевидные, полукруглые и многогранные панели** пультов (горизонтальные и наклонные) позволяют увеличить протяженность расположения средств отображения

информации и органов управления по ширине (справа и слева от оператора), но ограничивают их расположение по глубине (не более 500 мм от переднего края). Расположение панелей под углом друг к другу (в вертикальной плоскости) позволяет увеличить протяженность средств отображения информации и органов управления по глубине и высоте.

Общие эргономические требования к пультам управления установлены ГОСТ 23000-78. В **состав** пульта управления, как правило, входят: панель управления, кресло, органы управления и средства отображения информации. Элементы пультов управления должны удовлетворять нормативным требованиям. При **взаимном расположении** элементов рабочего места оператора необходимо учитывать (ГОСТ 22269-76):

- рабочую позу человека-оператора;
- пространство для размещения человека-оператора;
- возможность обзора элементов рабочего места;
- возможность осуществления всех необходимых движений и перемещений для эксплуатации и технического обслуживания оборудования;
- возможность обеспечения оптимального режима труда и отдыха.

При работе оператора в положении «сидя» средства отображения информации и органы управления, уместяющиеся в **зоне**, ограниченной снизу плоскостью, отстоящей от пола не менее чем на 700 мм и не более чем на 1500 мм по фронту, располагают на **прямоугольной горизонтальной панели**. Если располагаемые на панели элементы не уместяются в указанных пределах, используют трапециевидную, многогранную или полукруглую форму панелей. Диаметр полукруглой и многогранной панелей должен быть не менее 1200 мм. Если во время работы оператору необходим обзор пространства поверх пульта, то высота его должна быть не более 1100 мм от пола (для работы в положении «сидя»).

При расположении средств отображения информации и органов управления на панелях пульта следует учитывать следующие основные **факторы**:

- приоритет;
- группировки в логические блоки;
- взаимосвязь между органами управления и средствами отобра-

жения информации.

При установлении **приоритета** по месту расположения необходимо учитывать, как тот или иной орган управления или средство отображения информации используется оператором и каково его воздействие на работу системы. При этом определяются следующие **параметры**:

- частота и степень использования;
- точность и (или) скорость считывания показаний или установки позиции органа управления;
- влияние ошибки считывания или запаздывания в выполнении операций на надежность и безопасность работы системы;
- легкость манипулирования отдельными органами управления (определяется по точности, скорости, усилиям) в разных местах расположения.

При размещении индикаторов и органов управления на панели применяют **два способа их группировки**:

- функциональный — объединяются индикаторы и органы управления, идентично по функциям или совместно используемые при выполнении одной задачи, а также относящиеся к одному компоненту оборудования;
- последовательный — расположение в порядке последовательности использования.

Средства отображения информации и органы управления на панелях пульта **должны быть расположены** следующим образом:

- важные и наиболее часто используемые СОИ и ОУ — в пределах оптимальной зоны;
- аварийные — в легко доступных местах, но не в оптимальной зоне;
- второстепенные, периодически используемые — не в оптимальных зонах, при этом руководствуются в основном правилами группировки и взаимосвязи между ними.

Средства отображения информации на панелях пульта **группируют** и размещают в соответствии с последовательностью их использования или функциональными связями элементов системы, которые они представляют.

При компоновке средств отображения информации необходимо

обеспечивать:

- обзор и видимость с рабочего места;
- возможность легкого опознания нужного индикатора;
- объединение СОИ в последовательные или функциональные группы;
- учет взаимосвязи индикаторов с требованиями системы и органами управления, которые влияют на показания этих индикаторов.

При **групповом размещении** индикаторов для контрольного считывания необходимо выполнять следующие правила:

- при наличии в группе шести и более индикаторов располагать их в виде двух параллельных рядов (вертикальных или горизонтальных);
- не делать более 5—6 горизонтальных или вертикальных рядов;
- при наличии на панели более 25—30 индикаторов компоновать их в 2—3 зрительно отличимые группы.

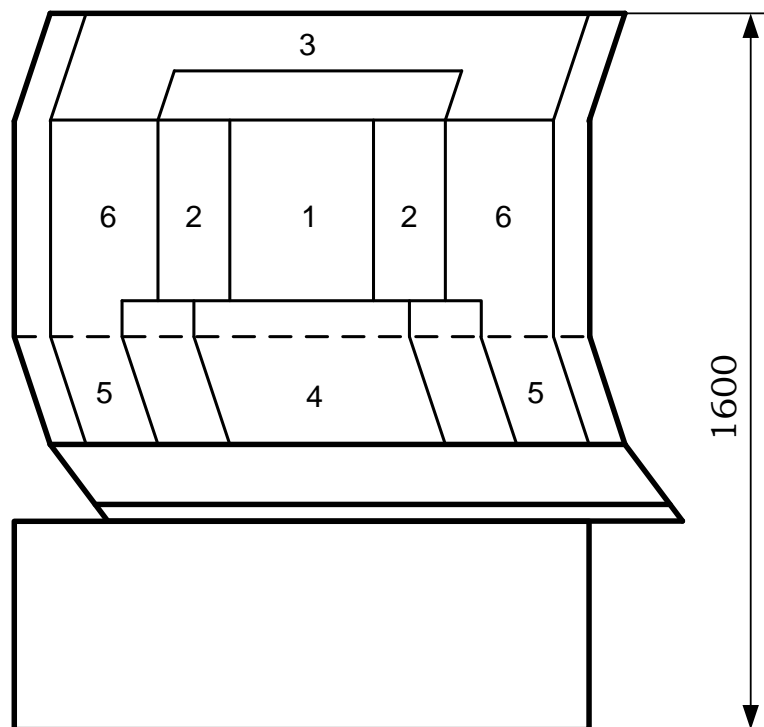
При **компоновке** органов управления все органы управления располагают в зоне досягаемости, причем часто используемые — на высоте 600—1000 мм для работы в положении «сидя» и 1000—1400 мм для работы в положении «стоя». Функционально однородные органы управления располагать единообразно на всех панелях пультов данной системы. Необходимо исключить возможность их случайного переключения.

Расположение и углы наклона панелей со средствами отображения информации и панелей управления на пультах для работы в положении «сидя» должны соответствовать требованиям, представленным на рисунках 15,16 и в таблице 24.

Таблица 24– Размеры зон расположения СОИ и ОУ на панелях пульта в положении «сидя»

Номер зоны*	Высота кромки над уровнем пола, мм		Ширина зоны, мм
	нижней	верхней	
1	970	1220	380
2	970	1310	1010
3	1220	1600	1520
4	750	970	610
5	750	970	250
6	760	1220	150

*Обозначение зоны расположения СОИ и ОУ в соответствии с рисунком 15.



1, 2, 3 – СОВ; 4, 5, 6 - ОУ

Рисунок 15 – Расположение средств отображения информации и органов управления на панелях пультов при работе «сидя»

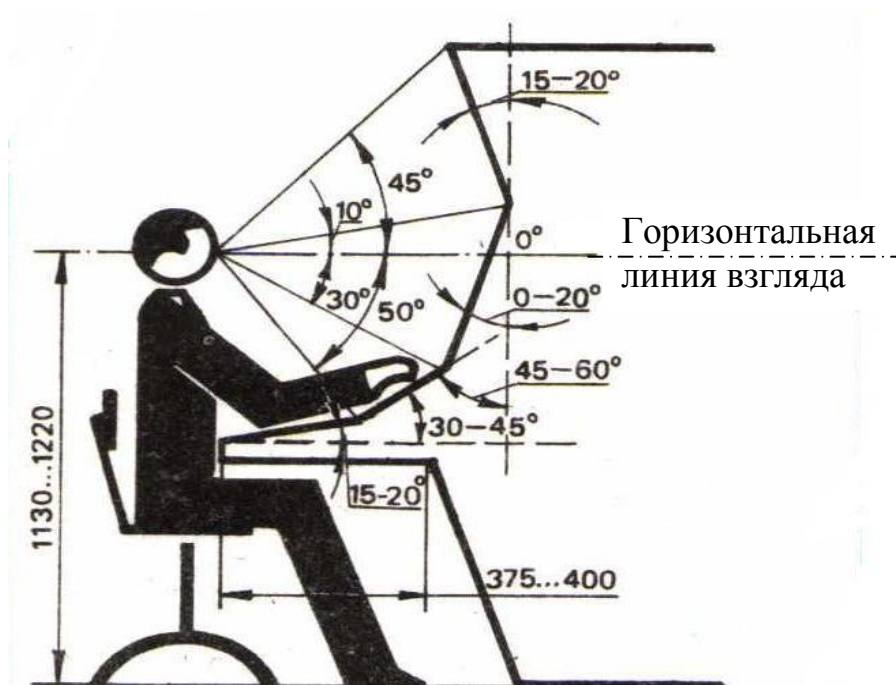


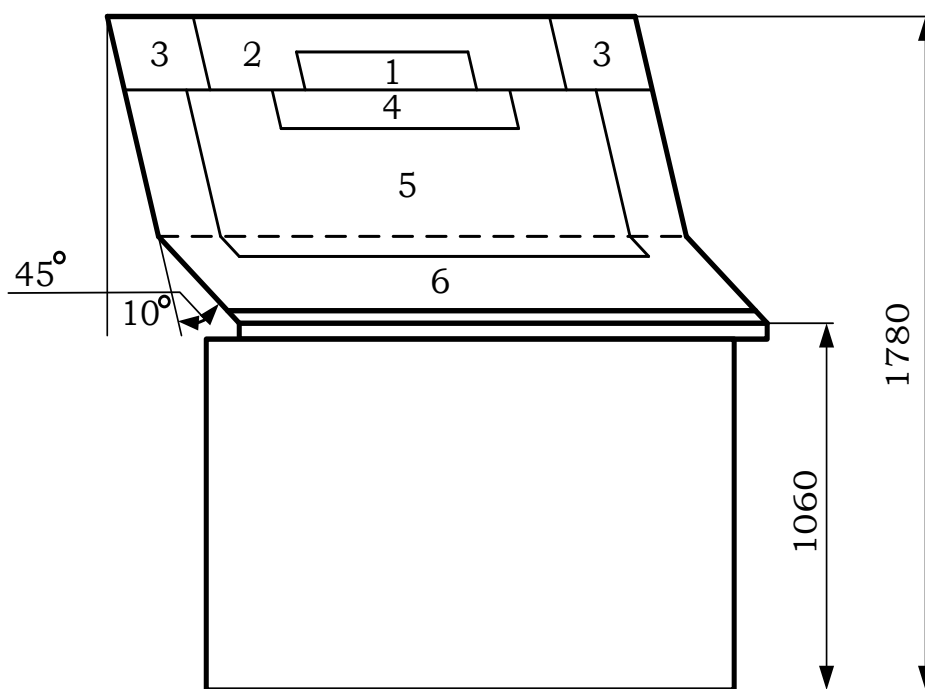
Рисунок 16 – Расположение и углы наклона панели пульта управления для рабочего положения «сидя»

Расположение и углы наклона панелей со средствами отображения информации и панелей управления на пультах для работы в положениях «стоя» и «сидя – стоя» должны соответствовать требованиям, представленным на рисунках 17, 18 и в таблице 25.

Таблица 25 – Размеры зон расположения СОИ и ОУ на панелях пульта в положении «стоя»

Номер зоны*	Высота кромки над уровнем пола, мм		Ширина зоны, мм
	нижней	верхней	
1	1320	1630	380
2	1320	1780	1020
3	ИЗО	1780	250
4	1170	1320	610
5	1110	1320	1120
6	1060	1320	1370

*Обозначение зоны расположения СОИ и ОУ в соответствии с рисунком 17.



1, 2, 3 – наиболее важные СОИ; 4, 5, 6 – менее важные СОИ и ОУ

Рисунок 17 – Расположение средств отображения информации и органов управления на панелях пультов при работе стоя



Рисунок 18 – Расположение и углы наклона панели пульта управления для рабочего положения «сидя-стоя»

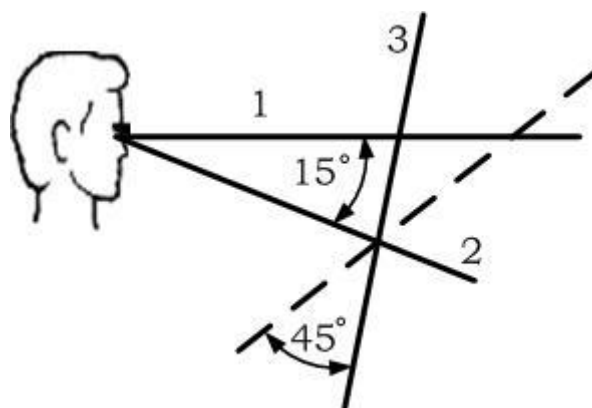
Оптимальное **расположение лицевой поверхности** средств отображения информации относительно линий взгляда оператора и допустимый угол отклонения приведены на рис. 19. Для наиболее часто используемых в процессе управления средств отображения информации допустимый угол отклонения их лицевой поверхности от нормальной линии взгляда не должен превышать 15° . Оптимальным считается расположение, перпендикулярное нормальной линии взгляда. Углы обзора приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Размеры углов обзора

Угол обзора	При повороте глаз	При повороте головы	При повороте головы и глаз
В горизонтальной плоскости*			
Оптимальный	15°	0°	15°
Максимальный	35°	60°	95°
В вертикальной плоскости**			
Оптимальный	15°	15°	15°
Максимальный:			
вниз	20°	35°	70°
вверх	40°	65°	90°

* В горизонтальной плоскости углы обзора отсчитываются по обе стороны от линии симметрии.

** В вертикальной плоскости углы обзора отсчитываются вниз и вверх от нормальной линии взгляда (рис. 19).



*1 – горизонтальная линия взгляда; 2 – нормальная линия взгляда;
3 – лицевая поверхность средств отображения информации*

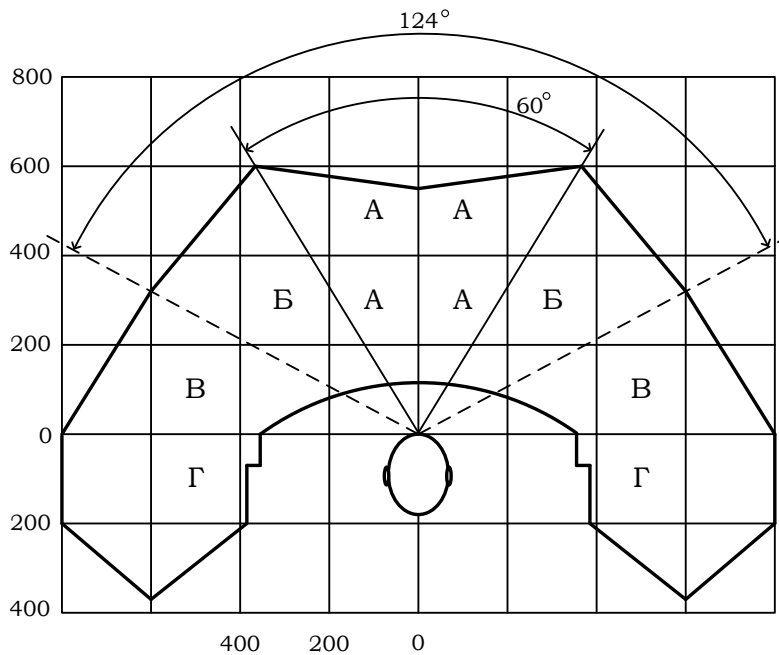
*Рисунок 19 – Оптимальное расположение лицевой поверхности панели
пульта управления*

Зоны расположения СОИ и ОУ на панелях пульта в горизонтальной плоскости для работы в положении «сидя» приведены на рис. 20.

Взаимное расположение средств отображения информации и органов управления должно соответствовать требованиям ГОСТ 22269-76.

Пульты управления для работы в положении «сидя» должны иметь **пространство для ног** оператора с размерами не менее 600 мм по высоте, 400 мм по глубине (на уровне колен), 600 мм по глубине (на уровне пола), 500 мм по ширине. Для удобства работы оператора у пультов должна предусматриваться **подставка** для ног.

Средства отображения информации, устанавливаемые на пультах управления, должны соответствовать требованиям ГОСТ 22902-78 и ГОСТ 21829-76. Средства звуковой сигнализации должны соответствовать требованиям ГОСТ 21786-76. Мнемосхемы должны соответствовать требованиям ГОСТ 21480-76. Органы управления должны соответствовать требованиям ГОСТ 21752-76, ГОСТ 21753-76, ГОСТ 22613-77, ГОСТ 22614-77, ГОСТ 22615-77. Способы кодирования зрительной информации должны соответствовать требованиям ГОСТ 21829-76.



А – зона для расположения наиболее важных и часто используемых СОИ и ОУ; Б — зона для расположения нечасто используемых СОИ и ОУ (в пределах досягаемости и обзора); В — зона для расположения редко используемых ОУ (в пределах максимальной досягаемости, обзор только при движении глаз и головы); Г — зона для размещения вспомогательных ОУ (вне пределов досягаемости и обзора из исходного рабочего положения)

Рисунок 20 – Зоны расположения средств отображения информации и органов управления на панелях пульта в горизонтальной плоскости для работы в положении «сидя»

При необходимости обзора **пространства поверх пульта** управления высота пультов для работы в положении «сидя» не должна быть более 1100 мм от пола.

При необходимости пульты управления могут **оборудоваться** подвижными ящиками для хранения документации, а также досками для ведения записей и размещения дополнительных переносных приборов. При размещении на панелях пульта органов управления, требующих повышенной точности манипулирования, необходимо предусматривать **опорную поверхность** для предплечий и кистей. **Цветовое решение** панелей должно быть спокойным, следует применять светлые, приглушенные тона. Необходимо, чтобы поверхности панелей и размещаемых на них элементов

не были блестящими. Конструктивные и отделочные материалы должны защищать поверхность пульта и его элементов от влияния факторов внешней среды, воздействий оператора.

При **графическом оформлении** панелей следует использовать стандартизованные или общепринятые знаки, метки и обозначения. На панелях пультов управления не должно быть посторонних элементов, затрудняющих работу оператора (выступов, углублений, разноплоскостных панелей, выступающих элементов наружного крепежа и т. п.). В операторском пункте, в котором оператор работает в положении «стоя», необходимо предусматривать стол (за которым он мог бы вести записи, работать с коммутатором и т. д.), а также зону оперативного покоя.

Обеспечение соответствия **санитарно-гигиенических условий** нормативным требованиям достигается за счет выполнения ряда мероприятий [2, 18, 39, 42]. Примеры решения практических задач приведены в подразд. 4.5. Особое внимание необходимо уделять освещению пультов управления.

Освещенность пультов управления РТК должна составлять по ГОСТ 12.2.072-82 не менее 400 лк. Освещенность в рабочей зоне устанавливается СНиП П-4-79 и отраслевыми нормами соответствующих производств.

При размещении постов управления РТК, участками или линиями в закрытых кабинах минимальные внутренние **размеры кабины** по ГОСТ 12.2.072-82 должны составлять: высота - 2100 мм, ширина - 1700 мм, длина - 2000 мм, ширина дверного проема - 600 мм. Температуру, относительную влажность, скорость движения воздуха и содержание вредных веществ в воздухе кабины или помещения, откуда ведется управление комплексом, устанавливают по ГОСТ 12.1.005-88. В кабину должен подаваться воздух в количествах не менее 30 м³/ч на человека (СН 245-71). Точное количество подаваемого в кабину воздуха определяют расчетом (подразд. 2.5). Интенсивность лучистого потока, поступающего через смотровые окна кабины, не должна превышать 1200 кДж/(м²·ч) или 350 Вт/м², а уровень звука - 80 дБА.

4.5 Примеры решения задач

Пример 1. Определить соответствие нормам санитарно-гигиенических условий на пульте управления автоматизированным произ-

водством и предложить меры по обеспечению этого соответствия. Пульт расположен в кабине, расположенной на расстоянии 6 м от обрезного автомата А-233. Размеры кабины: высота – 2200 мм, ширина – 1750 мм, длина – 2100 мм. Температура воздуха – 22°С, влажность – 50%, скорость движения воздуха не превышает 0,1 м/с, освещенность рабочего места составляет 420 лк.

Решение. Анализ условий труда на пульте управления показал, что параметры микроклимата и уровень освещенности соответствуют нормативным требованиям (приложение В и Г). Размеры кабины также удовлетворяют требованиям ГОСТ 23000-78. Необходимо оценить уровень шума на рассматриваемом рабочем месте.

Источником шума является обрезной автомат А-233. Уровень звуковой мощности данного оборудования составляет 112 дБ в октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц [2]. Рассчитаем уровень шума в расчетной точке по формуле

$$L_r = L_i - 10 \lg 2\pi r^2, \quad (19)$$

где L_r - уровень шума в расчетной точке, дБ;

L_i - уровень шума в источнике, находящемся на расстоянии r (м) от расчетной точки, дБ.

Уровень шума на рассматриваемом рабочем месте, рассчитанный по формуле (19), составляет 88, 5 дБ, что превышает допустимый уровень шума, равный для производственных помещений 80 дБ (приложение Д, табл. Д.1).

Для снижения уровня шума можно использовать метод уменьшения шума по пути его распространения, например, используя изолирующую перегородку (как элемент конструкции кабины). Применение перегородки из ДСП толщиной 30 мм позволяет снизить уровень шума на 26 дБ [39]. Тогда фактический уровень шума составит 62,5 дБ, что соответствует нормативным требованиям.

Пример 2. В листопрокатном цехе холодной прокатки находится несколько источников шума, характеристика которых приведена в табл. 27. Предложить мероприятия по защите оператора от производственного шума.

Таблица 27 – Характеристика источников шума листопрокатного цеха

Источник шума	Уровень звуковой мощности, дБ	Расстояние до пульта оператора, м
Агрегат поперечной резки	119	6
Агрегат продольной резки	112	8
Разматыватель листа	122	12
Приемные карманы	115	6
Листоправильная машина	114	4

Решение. Суммарный уровень шума определяют по формуле

$$\Sigma L = 10 \lg(10^{0,1L_1} + 10^{0,1L_2} + \dots + 10^{0,1L_n}), \quad (20)$$

где L_1, L_2, \dots, L_n – уровень шума каждого источника с учетом их расстояния до расчетной точки, дБ.

Значения уровней шума всех источников, приведенных в табл. 27, пересчитываем с учетом расстояния до расчетной точки по формуле (19) и подставляем в формулу (20). В результате получаем, что уровень шума в расчетной точке (рабочее место оператора) составляет 99,7 дБ, что значительно превышает допустимый уровень (приложение Д, табл. Д.1). Рассчитаем необходимое снижение уровня шума:

$$\Delta L = 99,7 - 80 = 19,7 \text{ дБ.}$$

Для достижения соответствия санитарно-гигиенических условий нормативным требованиям можно использовать звукоизолирующую перегородку [3, 18, 22]. Звукоизолирующую способность однородной перегородки, дБ, можно рассчитать по формуле [3]

$$R = 20 \lg(G f) - 60, \quad (21)$$

где G – масса 1 м² перегородки, кг;

f – частота, Гц.

Для обеспечения необходимого обзора с пульта оператора выбираем перегородку из стекла толщиной 6 мм, масса 1 м² которой составляет 16 кг (приложение Д, табл. Д.3). Звукоизолирующая способность такой перегородки, рассчитанная по формуле (21), для частоты 1000 Гц составляет

24 дБ. Фактический уровень шума в этом случае составит 75,7 дБ, что соответствует нормативным требованиям.

Пример 3. Пульт управления находится в цехе горячей прокатки. Расстояние от оператора (хлопчатобумажная спецодежда) до источника тепловых излучений составляет 4 м. Температура наружной поверхности источника – 45°С, материал поверхности – сталь, площадь поверхности – 120 м². Предложить мероприятия по защите оператора от тепловых излучений.

Решение. Рассчитаем интенсивность тепловых излучений для рабочего места оператора. Формула для расчета определяется соотношением между расстоянием от источника излучения r и площадью поверхности источника S . При $r \geq \sqrt{S}$ интенсивность тепловых излучений рассчитывают по формуле

$$E = \frac{0,91S \left[\left(\frac{T}{100} \right)^4 - A \right]}{r^2}. \quad (22)$$

При $r < \sqrt{S}$ интенсивность тепловых излучений рассчитывают по формуле

$$E = \frac{0,91S \left[\left(\frac{T}{100} \right)^4 - A \right]}{r}. \quad (23)$$

В формулах (22) и (23):

T – температура поверхности источника, К;

A – коэффициент, зависящий от вида спецодежды человека: для хлопчатобумажной ткани – $A=85$, для сукна – $A=110$.

Для данного рабочего места $r < \sqrt{S}$, поэтому расчет производим по формуле (23) и получаем интенсивность тепловых излучений, равную 471 Вт/м², что превышает допустимое значение 350 Вт/м² [3].

Для защиты оператора от тепловых излучений рекомендуют использовать теплопоглощающие прозрачные экраны [3, 44]. Необходимое количество экранов определяют из следующего выражения:

$$m = \frac{E_1}{E_2} = \frac{\varepsilon_{1,2}}{\varepsilon_{1,\text{Э}}} (n + 1), \quad (24)$$

где m – кратность ослабления;

E_1 и E_2 – интенсивность тепловых излучений до и после установления экрана, Вт/м²;

$\varepsilon_{1,2}, \varepsilon_{1,\text{Э}}$ – приведенная степень черноты между источником излучения и рабочим местом и между источником излучения и экраном, Вт/(м²·К⁴);

n – количество экранов.

В нашем случае необходимая кратность ослабления составляет:

$$m = 471 / 350 = 1,35.$$

Приведенную степень черноты между двумя параллельными телами рассчитывают по формуле

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}, \quad (25)$$

где $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – степень черноты первого и второго тела, Вт/(м²·К⁴).

Степень черноты выбираем по данным табл. В.6 приложения В: для источника (сталь) – 0,55; для рабочего места оператора – 0,87; для материала экрана (стекло) – 0,6 Вт/(м²·К⁴). Приведенные степени черноты между источником излучения и рабочим местом и между источником излучения и экраном соответственно равны 0,51 и 0,40 Вт/(м²·К⁴). Подставляя в формулу (24) необходимую кратность ослабления и рассчитанные приведенные степени черноты, получаем, что достаточно установить один экран.

Пример 4. Рассчитать систему искусственного освещения пульты управления, находящегося в механическом цехе, размеры которого: длина – 130 м, ширина – 48 м, высота подвеса светильников – 8 м. Для освещения использовать лампы типа ДРЛ. Коэффициент отражения для потолка принять равным 50%, для стен – 30% .

Решение. Для расчета общего равномерного освещения с применением ламп типа ДРЛ можно использовать метод светового потока [3, 42]. Световой поток лампы $F_{л}$, лм, рассчитывают по формуле

$$F_{л} = \frac{100E_{н}SKZ}{n\eta}, \quad (26)$$

где $E_{н}$ – нормированная минимальная освещенность, лк;

S – площадь освещаемого помещения, m^2 ;

K – коэффициент запаса (табл. Г.4 приложения Г);

Z – коэффициент минимальной освещенности, равный отношению средней освещенности к минимальной, для ламп накаливания составляет 1,15, люминесцентных - 1,1;

n – число светильников (или групп светильников);

η – коэффициент использования светового потока ламп, который зависит от типа светильника, коэффициентов отражения потока $\rho_{п}$ и стен $\rho_{с}$, индекса помещения.

Для механических цехов нормированная минимальная освещенность составляет 200 лк, коэффициент запаса – 1,5 [15].

Исходя из оптимального относительного расстояния между светильниками $L/H_p=0,8$ (приложение Г, табл. Г.5) определяем расстояние между светильниками:

$$L = 0,8 H_p = 0,7 \cdot 8 = 5,6 \text{ м.}$$

Тогда количество светильников по длине цеха составляет:

$$n_A = A : L = 130 : 5,6 \approx 23 \text{ шт.}$$

Количество светильников по ширине цеха составляет:

$$n_B = B : L = 48 : 5,6 \approx 9 \text{ шт.}$$

Общее количество светильников составляет:

$$n = n_A n_B = 23 \cdot 9 = 207 \text{ шт.}$$

Индекс помещения i находится по формуле

$$i = \frac{AB}{H_p(A+B)}, \quad (27)$$

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

H_p – высота подвеса светильника от уровня рабочей плоскости.

По рассчитанному значению индекса помещения $i = 4,4$ для светильников с лампами ДРЛ при коэффициентах отражения для потолка 50%, для стен – 30% по табл. Г.8 приложения Г определяем значения коэффициента использования светового потока ламп: $\eta = 70\%$. Теперь по формуле (26) рассчитываем световой поток одной лампы:

$$F_{л} = \frac{100 \cdot 200 \cdot 130 \cdot 48 \cdot 1,5 \cdot 1,15}{207 \cdot 70} = 9657 \text{ лм.}$$

По полученному значению $F_{л}$ выбираем по табл. Г.7 приложения Г источник освещения с ближайшим большим световым потоком – лампу ДРЛ-250, световой поток которой составляет 10000 лм, мощность – 250 Вт.

Рассчитанная система освещения, состоящая из 207 ламп ДРЛ-250, обеспечивает необходимую освещенность рабочих мест в цехе.

Пример 5. Рассчитать освещенность пульта управления, находящегося в помещении, которое освещается шестью светильниками типа ППД-200 (световой поток одной лампы равен 2920 лм). Расстояние между светильниками одного ряда и рядами $L = 2$ м, высота подвеса светильников $H_p = 2,7$ м. Пульт находится в точке А (рис. 21). Рассчитать также освещение наклонной панели пульта светильниками 1, 2 и 3, если угол наклона панели составляет 60° .

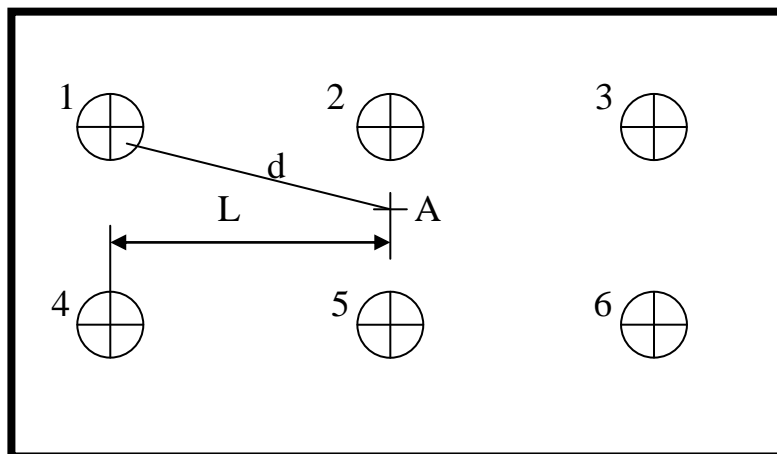


Рисунок 21– Схема расположения светильников

Решение. Для расчета освещения необходимо использовать точечный метод [7, 42]. Рассчитаем освещенность в точке А от 1-го светильника, для этого определим расстояние от точки А до проекции оси симметрии:

$$d = \sqrt{L^2 + (L/2)^2} = \sqrt{2^2 + 1^2} = 2,2 \text{ м} .$$

Тангенс угла падения светового потока от 1-го светильника в точку А

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d}{H_p} = \frac{2,2}{2,7} = 0,8.$$

Угол падения светового потока от 1-го светильника в точку А соответственно равен 38° . В соответствии с данными табл. Г.9 приложения Г сила света I_A условной лампы в направлении угла 38° составляет 169 кд.

Освещенность горизонтальной поверхности от светильника с условной лампой при световом потоке, равном 1000 лк, равна:

$$e_r = \frac{I_a \cos^3 \alpha}{H_p^2} = \frac{169 \cdot \cos^3 38}{2,7^2} = 11 \text{ лк}. \quad (28)$$

Такая же освещенность образуется от 3, 4 и 6-го светильников. Освещенность от 2-го и 5-го светильников рассчитывается аналогично:

$$d = 1 \text{ м}; \operatorname{tg} \alpha = 0,27; \alpha = 21^0; I_A = 190 \text{ кд}; e_r = 21 \text{ лк}.$$

Суммарная условная освещенность от всех светильников соответственно равна:

$$\sum e_r = 11 + 21 + 11 + 11 + 21 + 11 = 86 \text{ лк}.$$

Фактическую освещенность в точке А рассчитывают по формуле

$$E_r = \frac{F \mu \sum e_r}{1000K}, \quad (29)$$

где F – световой поток лампы, лм;

μ – коэффициент, учитывающий действие удаленных светильников (принимается 1,1-1,2);

K – коэффициент запаса (приложение Г).

В нашем случае фактическую освещенность в точке А составляет 212 лк.

Освещение наклонной панели пульта осуществляется светильниками 1, 2 и 3, поэтому суммарная условная освещенность составляет:

$$\sum e_r = 11 + 21 + 11 = 43 \text{ лк}.$$

Для расчета освещенности наклонных поверхностей используют следующую формулу:

$$E = E_r (\cos \theta + p \sin \theta / H_p), \quad (30)$$

где θ – угол наклона поверхности по отношению к плоскости перпендикулярной оси симметрии светильника;

r – расстояние от точки проекции светильника до расчетной точки, м.

Освещенность панели пульта, находящейся под углом 60° , в соответствии с формулой (30) будет равна 87 лк.

Пример 6. На пульте управления используется средство отображения информации коллективного пользования – цифровое табло. Угол наблюдения этого знака индикации для оператора составляет 30° . Определить границу зоны наилучшего видения знака индикации.

Решение. В соответствии с требованиями ГОСТ 21958-76 границу зоны наилучшего видения знака индикации S определяют по формуле

$$S = H \cos \alpha , \quad (31)$$

где H – наибольшее расстояние различимости знака, м;

α – угол наблюдения знака, \dots° .

Наибольшее расстояние различимости знака индикации определяем исходя из разрешающей способности системы индикации, сложности конфигурации и характеристик условий восприятия (освещенность, яркость, контрастность и т.д.). В нашем случае оно составляет 2 м [9].

Граница зоны наилучшего видения знака индикации для оператора при данном угле наблюдения составляет 1,7 м.

4.6 Контрольные вопросы и задания

1 Раскрыть суть понятий «механизация», «автоматизация» и «роботизация производства».

2 Почему научно-технический прогресс не исключает полностью проблемы охраны труда и окружающей среды?

3 Каковы основные причины, формирующие опасные, критические и аварийные ситуации при эксплуатации роботов?

4 Охарактеризовать основные принципы обеспечения безопасности автоматизированных и роботизированных производств.

5 Какие методы используются для обеспечения безопасности автоматизированных и роботизированных производств?

6 Охарактеризовать требования, выполнение которых обеспечивает безопасную эксплуатацию автоматических, автоматизированных и механизированных линий.

7 Какие ограждающие и блокирующие средства защиты должны быть предусмотрены в автоматических и автоматизированных линиях?

8 В чем заключается особенность обеспечения безопасности роботизированных производств?

9 Что такое «потенциально опасная зона робота» и какие методы существуют для определения ее размеров?

10 Перечислить специфические опасности, присущие роботам и роботизированным производственным системам.

11 Перечислить варианты роботизированных систем по степени участия человека в работе и управлении этими системами.

12 Охарактеризовать требования, выполнение которых обеспечивает безопасную эксплуатацию роботизированных производств.

13 Адаптивное управление роботами: возможности и сущность.

14 Какие требования предъявляются к персоналу, обслуживающему роботизированные комплексы?

15 Какие факторы влияют на выбор пульта и панели управления?

16 Охарактеризовать основные требования, предъявляемые к пультам управления.

17 Какие факторы необходимо учитывать при размещении на панелях пульта управления средств отображения информации и органов управления?

18 Пульт управления агрегатом поперечной резки листа находится в помещении цеха на расстоянии 3 м. Уровень звуковой мощности агрегата составляет 119 дБ. Предложить мероприятия по обеспечению соответствия нормам санитарно-гигиенических условий на пульте управления.

19 В кузнечно-прессовом цехе находится несколько источников шума, характеристика которых приведена в табл. 28. Предложить мероприятия по защите оператора от производственного шума.

20 Предложить мероприятия по защите оператора от тепловых излучений. Пульт управления находится в литейном цехе. Расстояние от оператора (спецодежда из сукна) до источника тепловых излучений составляет

6 м. Температура наружной поверхности источника 50°С, материал поверхности – огнеупорный кирпич, площадь поверхности – 80 м².

Таблица 28 – Характеристика оборудования кузнечно-прессового цеха

Источник шума	Уровень звуковой мощности, дБ	Расстояние до пульта оператора, м
Ковочный молот	121	10
Гаечный автомат	109	4
Обрезной автомат	112	6

21 Рассчитать систему искусственного освещения пульта управления, находящегося в прокатном цехе, размеры которого: длина – 150 м, ширина – 60 м, высота подвеса светильников – 10 м. Для освещения использовать лампы типа ДРЛ. Коэффициент отражения для потолка принять равным 50%, для стен – 30% .

22 Рассчитать освещенность наклонной панели пульта управления, находящегося в помещении, которое освещается четырьмя светильниками типа ППД-200, находящимися по углам квадрата со стороной 8 м. Световой поток одной лампы равен 2920 лм. Высота подвеса светильников 3 м. Пульт управления находится в точке пересечения диагоналей квадрата. Угол наклона панели пульта составляет 70°.

23 На пульте управления используется два средства отображения информации коллективного пользования – цифровое табло, сигнальная лампа. Угол наблюдения этих знаков индикации для 1-го оператора составляет 30°, для 2-го – 50°. Определить границу зоны наилучшего видения для данных средств отображения информации.

5 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ОТРАСЛЕВЫХ ОБЪЕКТОВ

5.1 Опасность поражения человека электрическим током

По сравнению с другими видами травматизма электротравматизм имеет следующие особенности:

- организм человека не обладает органами, с помощью которых можно дистанционно определять наличие напряжения, и поэтому защитная реакция организма проявляется только после попадания под напряжение;
- ток, протекающий через человека, действует не только в местах контактов и по пути протекания через организм, но и вызывает рефлекторное воздействие с нарушением нормальной деятельности отдельных органов (сердечно-сосудистой, нервной системы, органов дыхания);
- возможность получения электротравм не только при прикосновении или приближении к частям электроустановки, но и без непосредственного контакта с этими частями (при поражении напряжением прикосновения или через электрическую дугу) [51].

Электрический ток, протекая через организм человека, вызывает четыре вида воздействия: термическое, электролитическое, механическое и биологическое:

- термическое действие проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве до высоких температур внутренних тканей человека, что вызывает в них серьезные функциональные расстройства;
- электролитическое действие проявляется в разложении органических жидкостей, в том числе и крови, что вызывает значительные нарушения их физико-химического состава;
- механическое действие приводит к разрыву тканей и переломам костей;
- биологическое действие проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей в организме, а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, присущих нормальнодействующему организму; с биологической точки зрения исход поражения человека электрическим током может быть следствием тех физиологических реакций, которыми ткани отвечают на протекание через них электрического тока.

В физиологическом смысле действие электрического тока является **экзогенным**, то есть обусловленным факторами внешней среды. Реакции, происходящие при возникновении электрической цепи в теле человека, бывают различными, начиная от легкого раздражения и локальной судороги, кончая летальным исходом. Подобно любому другому физическому раздражителю электрический ток действует не только местно, повреждая ткани, но и рефлекторно (действия, вызванные реакцией нервной системы в ответ на раздражение электрическим током).

Электротравма – нарушение анатомических соотношений и функций тканей и органов, сопровождающееся местной и общей реакцией организма и вызванное ненормальным состоянием электрооборудования или электрических сетей.

Условно все электротравмы можно свести к следующим видам:

- местные электротравмы – ярко выраженные местные нарушения целостности тканей, местные повреждения организма, вызванные воздействием электрического тока или электрической дуги;
- общие электротравмы (электрические удары) – травмы, связанные с поражением всего организма из-за нарушения нормальной деятельности жизненно важных органов и систем человека;
- смешанные электротравмы.

Примерное распределение несчастных случаев от электрического тока в промышленности по указанным видам травм:

20% —местные электротравмы;

25% —электрические удары;

55% — смешанные травмы, т. е. одновременно местные электротравмы и удары.

Оба вида травм часто сопутствуют друг другу. Тем не менее они различны и должны рассматриваться отдельно.

Местные электротравмы. Местная электротравма — ярко выраженное местное нарушение целостности тканей тела, в том числе костных тканей, вызванное воздействием электрического тока или электрической дуги. Чаще всего это поверхностные повреждения, т. е. поражения кожи, а иногда других мягких тканей, а также связок и костей.

Характерные местные электрические травмы — электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, механические повреждения и электроофтальмия.

Примерно 75% случаев поражения людей током сопровождается возникновением местных электротравм. Распределение случаев поражения по видам электротравм представлено в таблице 29.

Таблица 29 – Распределение случаев поражения по видам электротравм

Виды травм	% от общего числа электротравм
Электрические ожоги	40%
Электрические знаки	7%
Металлизация кожи	3%
Механические повреждения	0,5%
Электроофтальмия	1,5%
Смешанные травмы, т. е. ожоги с другими местными травмами	23%
Всего	75%

Электрический ожог — самая распространенная электротравма: ожоги возникают у большей части (63%) пострадавших от электрического тока, причем треть их (23%) сопровождается другими травмами — знаками, металлизацией кожи и офтальмией.

В зависимости от условий возникновения различают два основных вида ожога: токовый (или контактный), возникающий при прохождении тока непосредственно через тело человека в результате контакта человека с токоведущей частью; дуговой, обусловленный воздействием на тело человека электрической дуги.

Электрические знаки, именуемые знаками тока или электрическими метками, представляют собой резко очерченные пятна серого или бледно-желтого цвета на поверхности тела человека, подвергнувшегося действию тока. Обычно знаки имеют круглую или овальную форму и размеры 1-5 мм

с углублением в центре. Встречаются знаки и в виде царапин, небольших ран, бородавок, кровоизлияний в кожу, мозолей и мелкоочечной татуировки.

Иногда форма знака соответствует форме токоведущей части, которой коснулся пострадавший, а также напоминать фигуру молнии.

Металлизация кожи – проникновение в верхние слои кожи мельчайших частичек металла, расплавившегося под действием электрической дуги.

Такое явление встречается при коротких замыканиях, отключениях разъединителей и рубильников под нагрузкой и т. п. При этом мельчайшие брызги расплавленного металла под действием возникших динамических сил и теплового потока разлетаются во все стороны с большой скоростью. Каждая из этих частичек хотя и обладает высокой температурой, но имеет малый запас тепла и, как правило, не способна прожечь одежду. Поэтому поражаются обычно открытые части тела – руки и лицо.

Механические повреждения являются следствием резких непроизвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через человека. В результате могут произойти разрывы сухожилий, кожи, кровеносных сосудов и нервной ткани; могут иметь место вывихи суставов и даже переломы костей. Разумеется, в число этих повреждений не входят аналогичные травмы, обусловленные падением человека с высоты, ушибами о предметы, и подобные им случаи, которые могут произойти также при поражении током.

Механические повреждения возникают при относительно длительном нахождении человека под напряжением в установках до 380 В и являются, как правило, серьезными травмами, требующими длительного лечения. Они возникают довольно редко – примерно у 0,5% лиц, пострадавших от тока. Все случаи механических повреждений сопутствуют электрическим ударам, поскольку они вызываются током, проходящим через тело человека. Третья часть из них сопровождается, кроме того, контактными ожогами тела.

Электроофтальмия – воспаление наружных оболочек глаз – роговицы и конъюнктивы (слизистой оболочки, покрывающей глазное яблоко), возникающее в результате воздействия мощного потока ультрафиолетовых лучей, которые энергично поглощаются клетками организма и вызывают в

них химические изменения. Такое облучение возможно при наличии электрической дуги, которая является источником интенсивного излучения не только видимого света, но и ультрафиолетовых и инфракрасных лучей.

Предупреждение электроофтальмии при обслуживании электроустановок обеспечивается применением защитных очков с обычными стеклами, которые почти не пропускают ультрафиолетовых лучей и обеспечивают защиту глаз от брызг расплавленного металла при возникновении электрической дуги.

Электрический удар. Под электрическим ударом следует понимать возбуждение живых тканей организма протекающим через него электрическим током, сопровождающееся непроизвольными судорожными сокращениями мышц. Степень отрицательного воздействия на организм этих явлений может быть различной. В худшем случае электрический удар приводит к нарушению и даже полному прекращению деятельности жизненно важных органов – легких и сердца, т. е. к гибели организма. При этом внешних местных повреждений человек может и не иметь.

В зависимости от исхода поражения электрические удары можно условно разделить на следующие четыре степени:

I – судорожное сокращение мышц без потери сознания;

II – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца;

III – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (или того и другого вместе);

IV – клиническая смерть, т. е. отсутствие дыхания и кровообращения.

Электрическим ударам подвергается обычно свыше 80% пострадавших от тока (из числа учитываемых случаев поражения током). При этом большая часть их (55%) сопровождается местными электротравмами, в первую очередь ожогами. Около 25% случаев поражения током – это удары без местных травм, хотя на теле пострадавших можно обнаружить места входа и выхода тока – весьма незначительные участки поврежденной кожи, которые за их малостью как травмы не учитываются.

Электрический шок - своеобразная тяжелая нервно-рефлекторная реакция организма на раздражение электрическим током, которая сопровождается глубокими расстройствами кровообращения, дыхания, обмена веществ. Шоковое состояние продолжается от нескольких десятков минут

до суток. После этого может наступить гибель человека вследствие полного угасания жизненно важных функций, или выздоровление - вследствие своевременного активного врачебного вмешательства.

5.2 Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током

Исход воздействия электрического тока на организм человека зависит от ряда факторов которые можно разделить на три группы:

- электрического характера;
- неэлектрического характера;
- факторы окружающей среды.

Факторы электрического характера

При поражении человека электрическим током основным поражающим фактором является сила тока, проходящего через человека. При этом степень отрицательного воздействия на организм человека увеличивается с ростом тока. Характер воздействия электрического тока на организм человека представлен в таблице 30.

Различают пороговые значения тока (при частоте 50 Гц):

- пороговый ощутимый ток - 0,5-1,5 мА при переменном токе и 5-7 мА при постоянном токе;
- пороговый неотпускающий ток (ток, который вызывает при прохождении через тело человека непреодолимые судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник) - 10-15 мА при переменном токе и 50-80 мА при постоянном токе;
- пороговый фибрилляционный ток - 100 мА при переменном токе и 300 мА при постоянном токе.

Безопасным можно считать ток, который длительно (в течение нескольких часов) может проходить через человека, не нанося ему вреда и не вызывая никаких ощущений, и который во много раз меньше порогового ощутимого тока. Точные значения безопасного тока не установлены, но для практических целей его наибольшее значение принимают равным 50-75 мкА при переменном токе и 100-125 мкА – при постоянном токе [10, 14, 18].

Таблица 30 – Характер воздействия электрического тока на организм человека

Ток, мА	Характер воздействия	
	Переменный ток	Постоянный ток
0,6-1,5	Начало ощущения, легкое дрожание пальцев рук	Не ощущается
2-3	Сильное дрожание пальцев рук	Не ощущается
5-7	Судороги в руках	Зуд. Ощущение нагрева
8-10	Руки с трудом, но еще можно оторвать от электродов, сильные боли в пальцах и кистях рук	Усиленный нагрев
20-25	Паралич рук, оторвать их от электродов невозможно. Очень сильные боли. Дыхание затруднено.	Очень сильный нагрев. Незначительное сокращение мышц рук
50-80	Остановка дыхания. Начало фибрилляции дыхания	Сокращение мышц. Судороги, затруднение дыхания

Вид и частота тока. Переменный ток. Из-за наличия в сопротивлении тела человека емкостной составляющей рост частоты прилагаемого напряжения сопровождается уменьшением полного сопротивления тела человека и ростом тока, который проходит через это тело. Можно было бы допустить, что рост частоты приведет к повышению опасности. Однако это предположение справедливо только в диапазоне частот до 50 Гц. Дальнейшее повышение частоты, невзирая на рост тока, который проходит через тело человека, сопровождается снижением опасности поражения, которая полностью исчезает при частоте 450-500 Гц, то есть ток такой и большей частоты не может вызывать смертельного поражения вследствие прекращения работы сердца или легких, а также других жизненно важных органов. Однако эти токи сохраняют опасность ожогов при возникновении электрической дуги и при прохождении их непосредственно через тело человека. Значение фибрилляционного тока при частотах 50-100 Гц практически одинаково; при частоте 200 Гц фибрилляционный ток

увеличивается приблизительно в два раза по сравнению с его значением при 50-100 Гц, а при частоте 400 Гц - более, чем в 3 раза.

Постоянный ток. Постоянный ток приблизительно в 4-5 раз менее опасен, чем переменный ток частотой 50 Гц. Этот вывод вытекает из сравнения значений пороговых неотпускающих токов (50-80 мА для постоянного и 10-15 мА для тока частотой 50 Гц) и предельно переносимых напряжений: человек, держа цилиндрические электроды в руках, может выдержать (по болевым ощущениям) напряжение не более 21-22 В при 50 Гц и не более 100-105 В – при постоянном токе. Постоянный ток, проходя через тело человека, вызывает меньшие сокращения мышц. Сравнительная оценка постоянного и переменного токов справедлива только для напряжений до 500 В. Считается, что при более высоких напряжениях постоянный ток становится более опасным, чем переменный частотой 50 Гц.

Напряжение на человеке влияет на исход поражения, определяя сопротивление тела и ток, протекающий через человека. Предельно допустимое напряжение на человеке при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок не должно превышать следующих значений: 2В – при переменном токе частотой 50 Гц, 3В – при переменном токе частотой 400Гц и 8В – при постоянном токе. При высокой температуре (более 25°С) и большой влажности (относительная влажность воздуха более 75%) допустимое напряжение следует уменьшить в три раза.

Факторы неэлектрического характера

Сопротивление тела человека прохождению тока. Электрическое сопротивление тела человека – это сопротивление току, который проходит по участку тела между двумя электродами, прилагаемыми к поверхности тела. Оно состоит из сопротивления тонких внешних слоев кожи, которые контактируют с электродами, и сопротивления внутренних тканей тела.

Величина электрического сопротивления тела зависит от состояния рогового слоя кожи, наличия на ее поверхности влаги, загрязнений и повреждений, от места прикладывания электродов, частоты тока, величины напряжения, длительности действия тока. Наличие на роговом слое порезов, царапин, влаги, потовыделений уменьшает сопротивление тела, вследствие чего увеличивается опасность поражения. Сопротивление тела чело-

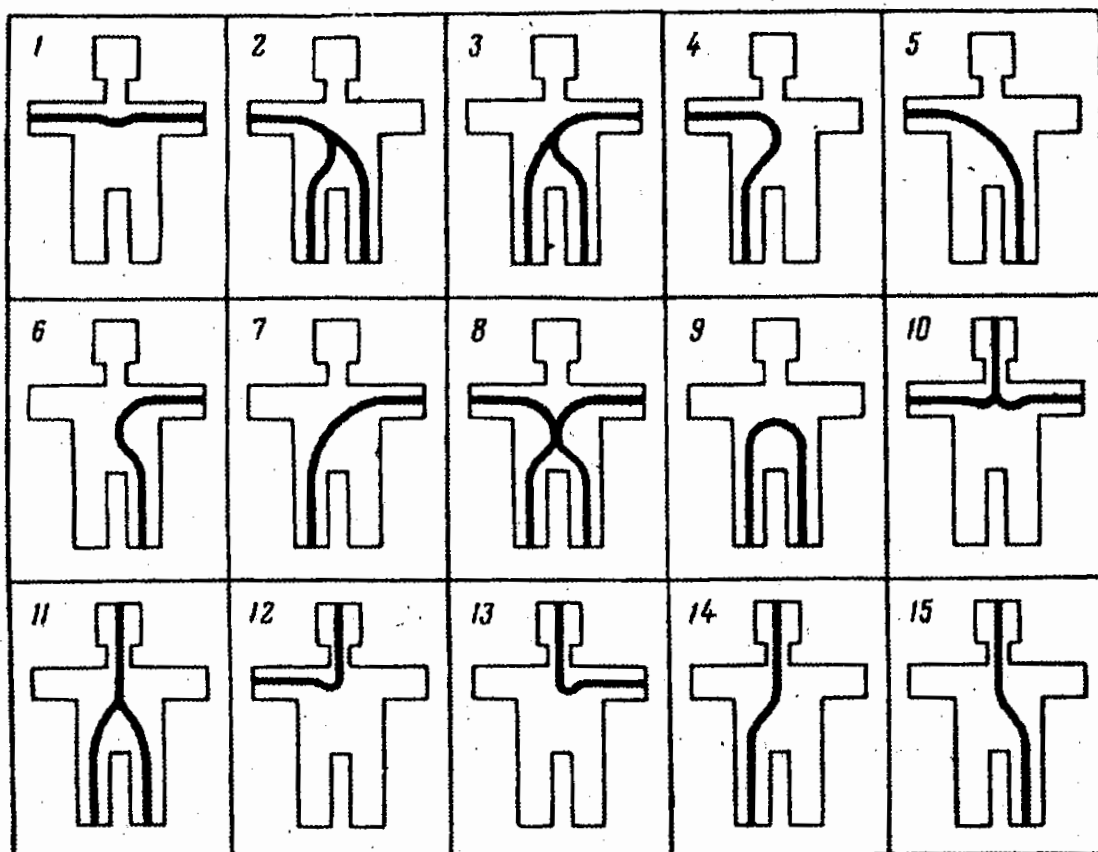
века в практических расчетах принимается равным 1000 Ом.

Продолжительность прохождения тока через организм существенно влияет на исход поражения: с увеличением длительности действия тока возрастает вероятность тяжелого или смертельного исхода. Такая зависимость объясняется тем, что с увеличением времени воздействия тока на живую ткань повышается его значение, накапливаются последствия влияния тока на организм. Растет также вероятность совпадения момента прохождения тока через сердце с уязвимой фазой сердечного цикла (кардиоцикла). Рост силы тока с увеличением времени его действия объясняется снижением сопротивления тела человека вследствие местного нагревания кожи. Это вызывает рефлекторную реакцию организма в виде расширения сосудов кожи с последующим усилением кровоснабжения и повышением потовыделения, что приводит к снижению электрического сопротивления кожи в этом месте.

Последствия влияния тока на организм заключаются в нарушении функций центральной нервной системы, изменении состава крови, местном разрушении тканей организма под влиянием тепла, в нарушении работы сердца, легких. С ростом времени воздействия тока эти негативные факторы накапливаются, а губительное их влияние на состояние организма усиливается.

Путь протекания тока через человека. Практика и эксперименты показывают, что путь протекания тока через тело человека оказывает большое влияние на исход поражения. Если на пути тока оказываются жизненно важные органы: сердце, легкие, головной мозг, то опасность поражения достаточно большая, поскольку ток непосредственно влияет на эти органы. Если же ток проходит другими путями, то его влияние на жизненно важные органы может быть только рефлекторным, а не непосредственным. При этом, хотя опасность тяжелого поражения и сохраняется, но вероятность его снижается. К тому же, поскольку путь тока определяется местом контакта тела с токопроводящими частями, его влияние на исход поражения предопределяется еще и различным сопротивлением кожи на различных участках кожи.

Возможных путей протекания тока в теле человека много. Однако характерных, встречающихся на практике – не более 15 петель (рисунок 22). Наиболее распространенные из них приведены в таблице 31.



1 - рука-рука; 2 - правая рука-ноги; 3 - левая рука-ноги; 4 - правая рука-правая нога; 5 - правая рука-левая нога; 6 - левая рука-левая нога; 7 - левая рука-правая нога; 8 - обе руки-обе ноги; 9 - нога-нога; 10 - голова-руки; 11 - голова-ноги; 12 - голова-правая рука; 13 - голова-левая рука; 14 - голова-правая нога; 15 - голова-левая нога

Рисунок 22 – Характерные пути тока в теле человека (петли тока)

Опасность различных путей тока можно оценить по относительному количеству случаев потери сознания в течение действия тока (третья графа таблицы 31). Опасность петли можно оценить также по значению тока, которое проходит через сердце: чем больше этот ток, тем опаснее путь. При наиболее распространенных путях через тело человека через сердце протекает 0,4-7% общей величины тока (четвертая графа таблицы 31) [18].

Таблица 31 – Характеристика наиболее распространенных путей тока в теле человека

Путь тока	Частота возникновения данного пути тока, %	Доля теряющих сознание во время воздействия тока, %	Значение тока, проходящего через область сердца, % общего тока, проходящего через тело
1	2	3	4
Рука-рука	40	83	3,3
Правая рука – ноги	20	87	6,7
Левая рука-ноги	17	80	3,7
Нога-нога	6	15	0,4
Голова-ноги	5	88	6,8
Голова-руки	4	92	7,0
Прочие	8	65	-

Индивидуальные свойства человека. Известно, что здоровые и физически крепкие люди легче переносят электрические удары, чем больные и слабые. Особенно восприимчивы к электрическому току лица, которые имеют заболевания кожи, сердечно-сосудистой и нервной систем, органов внутренней секреции, легких.

Важное значение имеет психическая подготовка к возможной опасности поражения током. В подавляющем большинстве случаев неожиданный электрический удар даже при низком напряжении приводит к тяжелым последствиям. Когда человек ожидает удара, степень поражения значительно снижается. В этом контексте большое значение приобретают степень внимания, сосредоточенность человека на выполняемой работе, усталость. Квалификация человека также существенно отражается на последствиях влияния электрического тока. Опыт, умение адекватно оценить опасную ситуацию позволяют снизить опасность поражения. В связи с

этим требования безопасности предусматривают обязательную медицинскую проверку персонала, обслуживающего электроустановки, до начала работы и периодически через каждые 1-2 года.

Факторы окружающей среды. На опасность поражения людей электрическим током влияют атмосферные условия, температура, влажность, содержание кислорода и углекислого газа в воздухе, электрическое и магнитное поле. С увеличением температуры и влажности воздуха уменьшается суммарное сопротивление тела человека, что повышает опасность поражения электрическим током. Повышение атмосферного давления уменьшает, а понижение увеличивает опасность. Увеличение содержания кислорода в воздухе уменьшает, а уменьшение его увеличивает опасность поражения. Содержание углекислого газа в воздухе носит противоположный характер. Наличие микрофлоры и химических примесей увеличивает опасность. Электрическое поле снижает чувствительность человека к действию электрического тока.

5.3 Условия поражения человека электрическим током

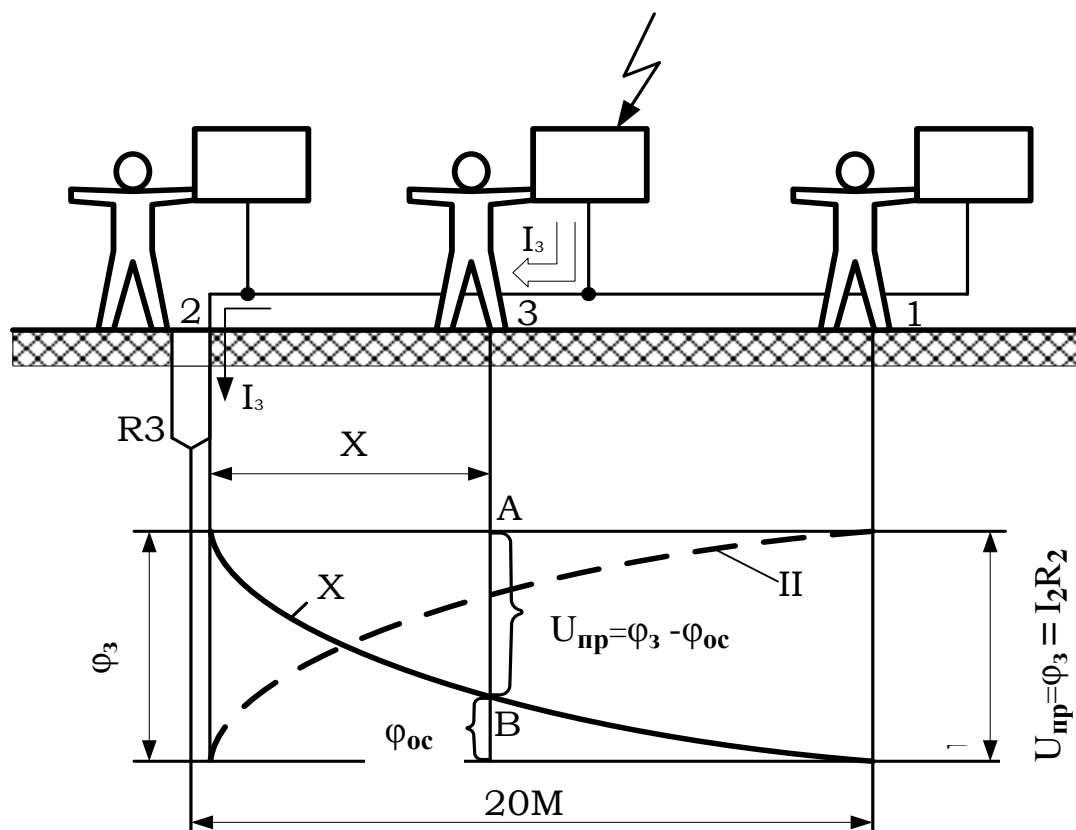
Замыкание на землю в электроустановках происходит при повреждении изоляции и переходе фазного напряжения на корпус оборудования, при падении на землю провода под напряжением, при замыкании на оболочку в кабельных линиях и по другим причинам.

При растекании тока в земле на ее поверхности появляется градиент потенциала, величина которого зависит от тока замыкания, удельного сопротивления грунта и конструкции заземлителя. Зона, в пределах которой существует градиент потенциала на поверхности земли, носит название **зоны растекания**. Обычно радиус зоны растекания не превышает 20 м.

Разность потенциалов между двумя точками, которых одновременно касается человек, носит название **напряжение прикосновения**. Численно оно равно разности потенциалов корпуса φ_k и точек почвы, которых касаются ноги человека, $\varphi_{ч}$:

$$U_{пр} = \varphi_k - \varphi_{ч} . \quad (32)$$

Напряжение прикосновения увеличивается по мере удаления от заземлителя (места замыкания на землю) и за пределами зоны растекания тока равно напряжению на корпусе оборудования относительно земли.



I - потенциальная кривая; *II* - кривая, которая характеризует изменение напряжения прикосновения $U_{пр}$ при изменении расстояния от заземлителя x
 Рисунок 23 – Напряжение прикосновения при единичном заземлителе

Ток, проходящий через человека, обусловлен напряжением прикосновения:

$$I_{чел} = \frac{U_{прик}}{R_{чел}}. \quad (33)$$

Предельно допустимые напряжения прикосновения нормируются в зависимости от длительности воздействия, рабочего напряжения установки и режима нейтрали трансформатора или генератора [18].

Шаговое напряжение - это напряжение между двумя точками цепи

тока, которые находятся друг от друга на расстоянии шага и на которых одновременно стоит человек. Численно шаговое напряжение равно разнице потенциалов точек, на которых находятся ноги человека (рисунок 24).

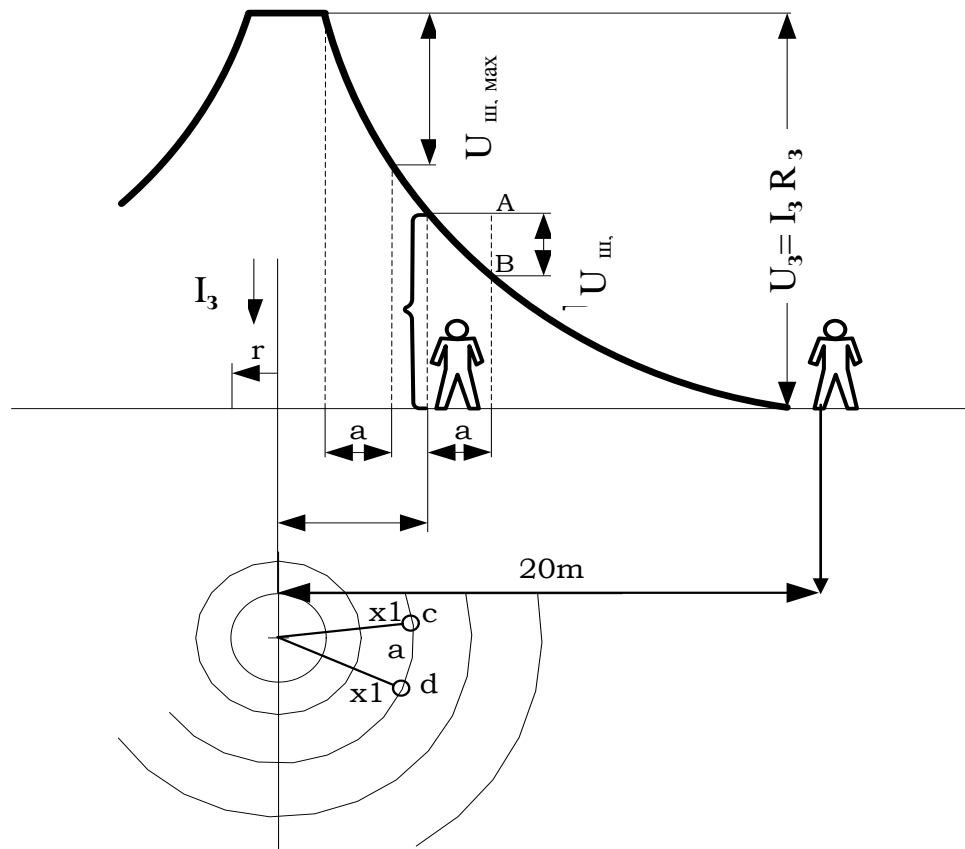


Рисунок 24 – Шаговое напряжение

Шаговое напряжение прямо пропорционально длине шага и обратно пропорционально расстоянию от места замыкания на землю. За пределами зоны растекания тока ($\approx 20\text{м}$) напряжение шага равно нулю. При попадании под напряжение шага ток протекает по петле «нога-нога». Этот путь тока менее опасен, чем путь «рука-ноги». Действие этого тока выражается в судорогах в ногах, в результате которых человек теряет равновесие и падает. После падения цепь тока замыкается вдоль тела человека – через жизненно важные органы. Так как рост человека больше длины шага, то разность потенциалов при этом больше шагового напряжения.

Ток, проходящий через человека, обусловлен напряжением шага:

$$I_{\text{чел. шаг}} = \frac{U_{\text{шаг}}}{R_{\text{чел}}} . \quad (34)$$

Анализ опасности прикосновения к токоведущим частям под напряжением

Анализ опасности электроустановок сводится к определению значения тока, который протекает через тело человека при различных возможных вариантах попадания его под напряжение.

Электрические сети бывают постоянного и переменного токов. Сети переменного тока бывают однофазные и многофазные. Наиболее распространенные - трехфазные сети переменного тока. По режиму нейтрали трансформатора или генератора трехфазные сети могут быть с изолированной или глухозаземленной нейтралью. **Изолированной** называют нейтраль, изолированную от заземляющего устройства или присоединенную к нему через аппараты с большим сопротивлением (трансформаторы напряжения, компенсационные катушки). **Глухозаземленной** называют нейтраль, присоединенную к заземляющему устройству непосредственно или через аппараты с малым сопротивлением (трансформаторы тока).

Для оценки опасности поражения в сетях 3-фазного тока необходимо определить путь тока через человека (схему замыкания), величину тока, протекающего через человека, и сравнить ее с допустимой величиной [51].

Рассмотрим схемы включения человека в электрическую сеть.

Однофазное прикосновение к сети с изолированной нейтралью при исправной изоляции. В этом случае величина тока, протекающего через человека, $I_{\text{ч}}$ зависит от величины фазного напряжения $U_{\text{ф}}$, сопротивления изоляции $R_{\text{из}}$ и сопротивления тела человека $R_{\text{ч}}$:

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{ч}} + \frac{R_{\text{из}}}{3}}, \quad (35)$$

Если сопротивление изоляции велико (более 500 кОм), то такое прикосновение будет безопасно. При низком качестве изоляции сеть становится опасной, т.к. в этом случае величина тока, протекающего через человека, ограничивается только сопротивлением тела человека.

Однофазное прикосновение к сети с заземленной нейтралью опасно при любом сопротивлении изоляции, поскольку величина тока, протекаю-

щего через человека, в этом случае ограничивается только сопротивлением тела человека:

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{ч}}}. \quad (36)$$

В случае **двухфазного прикосновения** тяжесть поражения не зависит от режима нейтрали и качества изоляции, поскольку величина тока, протекающего через человека, также ограничивается только сопротивлением тела, но этот случай более опасен, чем однофазное прикосновение, т.к. напряжение, приложенное к человеку, оказывается в $\sqrt{3}$ раз больше, чем при однофазном прикосновении:

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{л}}}{R_{\text{ч}}} = \frac{U_{\text{ф}}}{\sqrt{3}R_{\text{ч}}}. \quad (37)$$

В случае пробоя фазы на корпус оборудования, которое в нормальных условиях не должно находиться под напряжением, человек, работающий с этим оборудованием, оказывается в режиме однофазного прикосновения.

Таким образом, наиболее безопасной является сеть с изолированной нейтралью при высоком качестве изоляции. Однако при увеличении протяженности сетей увеличивается паразитная емкость проводов относительно земли, что приводит к увеличению опасности поражения человека емкостной составляющей тока. Поэтому сети с изолированной нейтралью применяют только в тех случаях, когда протяженность сетей невелика и есть возможность постоянного контроля качества изоляции. В остальных случаях при напряжении сети до 1000 В применяют, как правило, сети с глухозаземленной нейтралью. Достоинством этих сетей является сохранение условий безопасности при ухудшении состояния изоляции и в аварийном режиме (пробое фазы на корпус). При напряжении выше 1000 В по технологическим требованиям сети с напряжением до 35 кВ включительно имеют изолированную нейтраль, а выше – глухозаземленную. Эти сети для человека одинаково опасны.

Анализ различных случаев прикосновения человека к проводам трехфазных электрических сетей показывает следующее:

- менее опасным является однофазное прикосновение к проводу исправной сети с изолированной нейтралью;
- при замыкании одной из фаз на землю опасность однофазного прикосновения к исправной фазе больше, чем в исправной сети при любом режиме нейтрали;
- наиболее опасным является двухфазное прикосновение при любом режиме нейтрали.

5.4 Характеристика системы мероприятий по обеспечению электробезопасности

Причины электротравматизма. Основными причинами электротравматизма являются:

- недостаточная обученность, несвоевременная проверка знаний персонала, который обслуживает электроустановки;
- нарушение правил устройства, технической эксплуатации и техники безопасности электроустановок;
- неправильная организация труда;
- неправильное расположение пусковой аппаратуры и распределительных устройств, загроможденность подходов к ним;
- нарушение правил выполнения работ в охранных зонах ЛЭП, электрических кабелей и линий связи;
- неисправность изоляции, из-за чего металлические нетоковедущие части оборудования оказываются под напряжением;
- обрыв заземляющего проводника;
- использование электрозащитных устройств, не отвечающих условиям выполнения работ;
- выполнение электромонтажных и ремонтных работ под напряжением;
- применение проводов и кабелей, которые не соответствуют условиям производства и величине напряжения;
- низкое качество соединений и ремонта;
- недооценка опасности тока и "шагового напряжения", возникающего, когда ноги человека находятся на участках с различными

электрическими потенциалами;

- ремонт оборванного нулевого проводника воздушной линии при неотключенной сети;

- питание нескольких потребителей от общего пускового устройства с защитой предохранителями, рассчитанными на выключение наиболее мощного из них, или от одной группы распределительного шкафа;

- недооценка необходимости выключения электроустановки (снятия напряжения) в нерабочие периоды;

- выполнение работ без индивидуальных средств электрозащиты или использование защитных средств, не прошедших очередное испытание;

- невыполнение периодических испытаний, в частности проверок сопротивления изоляции (электросетей, обмоток электродвигателей, катушек коммутационной аппаратуры, реле) и сопротивлений заземляющих устройств;

- пользование электроустановками, сопротивление изоляции которых не превышает нормативных значений;

- использование электроустановок кустарного изготовления, изготовленных с нарушением требований правил электробезопасности;

- неквалифицированный инструктаж рабочих, которые используют ручные электрические машины;

- отсутствие контроля за действиями работников со стороны ИТР или исполнителей работ;

- отсутствие маркировки, предохранительных плакатов, блокировок, временных ограждений мест электротехнических работ.

Эти причины можно сгруппировать по следующим факторам:

- прикосновение к токоведущим частям под напряжением вследствие несоблюдения правил безопасности, дефектов конструкции и монтажа электрооборудования;

- прикосновение к нетоковедущим частям, которые случайно оказались под напряжением (повреждение изоляции, замыкание проводов);

- ошибочная подача напряжения в установку, где работают лю-

ди;

- отсутствие надежных защитных средств.

Все мероприятия по профилактике электротравматизма можно разделить на организационные и технические [18].

К организационным мерам относятся: нормативные документы, разделение сетей и помещений по степени опасности поражения электрическим током, разделение персонала на квалификационные группы, обучение, инструктаж, соответствующая организация работ, медосмотры и т.п.

Основные нормативные документы по электробезопасности:

- «Правила устройства электроустановок» (ПУЭ);
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭ);
- «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТБ).

Согласно ПУЭ электрические сети делятся на сети до 1000 В и свыше 1000 В.

В соответствии с ПУЭ все помещения по степени опасности поражения электрическим током делят на 3 класса:

- -без повышенной опасности (нет ни одного признака повышенной опасности), например: нежаркие, сухие, непыльные, с нетокопроводящим полом, не загроможденные оборудованием;
- -с повышенной опасностью (есть один признак повышенной опасности);
- -особо опасные помещения (имеют 2 и более признаков повышенной опасности).

Признаками повышенной опасности являются: наличие токопроводящих полов, наличие токопроводящей пыли, сырые помещения (влажность более 70 %), жаркие помещения (температура более 35°С), возможность одновременного прикосновения человека к частям электроустановки и элементам, имеющим контакт с землей.

По характеру среды различают следующие производственные помещения:

- нормальные - сухие помещения, в которых отсутствуют признаки жарких и запыленных помещений и помещений с химически актив-

ной средой;

- сухие - относительная влажность воздуха не превышает 60%;
- влажные - относительная влажность воздуха 60-75%;
- сырые - относительная влажность воздуха в течение длительного времени превышает 75%, но не достигает 100%;
- особо сырые - относительная влажность около 100% (стены, потолок, предметы покрыты влагой);
- жаркие - температура воздуха в течение длительного времени превышает +30 °С;
- запыленные - выделяющаяся в помещении пыль оседает на проводках и проникает внутрь машин, аппаратов; помещения могут быть с токопроводящей или нетокопроводящей пылью;
- с химически активной средой - в помещении постоянно или в течение длительного времени выделяется пар или накапливаются отложения, которые разрушительно действуют на изоляцию и токопроводящие части оборудования.

Электротехнический персонал подразделяется на 5 **квалификационных групп** по технике безопасности.

I группа. Группа присваивается лицам, которые не имеют специальной электротехнической подготовки, но имеют элементарное представление об опасности поражения электрическим током и о мероприятиях электробезопасности при работе на обслуживаемом участке, электроустановке. Для I группы стаж работы в электроустановках не нормируется.

II группа. Лица этой группы должны быть элементарно технически ознакомлены с электроустановками, четко представлять опасность поражения электротоком при приближении к токоведущим частям, знать основные мероприятия безопасности при работе в электроустановках, уметь оказывать первую помощь.

III группа. Лица, которые принадлежат к этой группе, должны: знать устройство электрических установок и уметь их обслуживать; иметь представление об опасности во время обслуживания электрических установок; знать общие правила техники безопасности, правила допуска к работе в электрических установках напряжением до 1000 В, специальные правила техники безопасности по тем видам работ, которые входят в круг их обя-

занностей; уметь осуществлять надзор за теми, кто работает с электроустановками и оказывать первую помощь.

IV группа. Лица этой группы должны: иметь знания по электротехнике в объеме специализированного профтехучилища; иметь полное представление об опасности во время работы на электроустановках; знать полностью ПТЭ и ПТБ; знать установку настолько, чтобы свободно ориентироваться в том, какие именно элементы должны быть отключены для безопасного выполнения работ; проверять выполнение необходимых мер по технике безопасности; уметь организовывать безопасное выполнение работ и осуществлять надзор за ними в электрических установках напряжением до 1000 В; знать схемы и оборудование своего участка; уметь обучать персонал других групп правилам техники безопасности; уметь оказывать первую помощь пострадавшему.

V группа. Лица этой группы должны: знать все схемы и оборудование своего участка; знать ПТЭ и ПТБ в общей и в специальной частях; знать, чем вызвано то или иное требование правил; уметь организовывать безопасное выполнение работ и осуществлять надзор в электроустановках любого напряжения; учить персонал других групп правилам техники безопасности; уметь оказывать первую помощь.

Технические мероприятия по профилактике электротравматизации можно разделить на три группы:

- мероприятия, осуществляемые при нормальном режиме работы электроустановок;
- мероприятия, осуществляемые при аварийном режиме работы электроустановок;
- применение системы электрозащитных средств.

Технические средства безопасной эксплуатации электроустановок при нормальных режимах работы

Электрическая изоляция - это слой диэлектрика или конструкция, выполненная из диэлектрика, которым покрывается поверхность токоведущих частей или которыми токоведущие части отделяются друг от друга. Состояние изоляции характеризуется ее электрической прочностью, ди-

электрическими потерями и электрическим сопротивлением. Изоляция предотвращает протекание через нее токов благодаря большому сопротивлению.

С целью обеспечения надежной работы изоляции осуществляются профилактические мероприятия. В первую очередь следует исключить механические повреждения, увлажнение, химическое влияние, запыленность. Но даже при нормальных условиях изоляция постоянно теряет свои первоначальные свойства, стареет. С течением времени возникают местные дефекты, в связи с чем сопротивление изоляции начинает резко снижаться, а ток потерь - расти. В месте дефекта появляются частичные разряды, изоляция выгорает. Происходит так называемый пробой изоляции, вследствие чего возникает короткое замыкание, которое может привести к пожару или к поражению током. С целью предотвращения этого осуществляется периодический и непрерывный контроль изоляции. Периодический контроль изоляции предусматривает измерение активного сопротивления изоляции в установленные правилами сроки (1 раз в 3 года), а также при выявлении дефектов. Измерение сопротивления изоляции осуществляется на отключенной электроустановке с помощью мегомметра.

Установлены нормы сопротивления изоляции различных электроустановок. Например, сопротивление изоляции силовых и осветительных электропроводов должно быть не меньше 0,5 МОм. Действенным защитным средством является использование **двойной изоляции**. В этом случае кроме рабочей основной изоляции применяется дополнительная изоляция. Она предназначена для защиты от поражения током в случае повреждения рабочей изоляции. Защитная двойная изоляция может обеспечить безопасность при эксплуатации любой электроустановки. Примером может быть электрическая дрель с пластмассовым корпусом. Область применения двойной изоляции - электроустановки небольшой мощности. При повреждении рабочей изоляции переход напряжения на корпус и попадание людей под напряжение невозможны. Однако двойная изоляция не исключает опасности поражения при прикосновении к токоведущим частям вследствие частичного повреждения корпуса или при ремонтах. С двойной изоляцией изготавливают аппаратуру электропроводок (распределительные коробки, выключатели, розетки, вилки, патроны ламп накаливания), переносные светильники, электроизмерительные приборы, электрифицирован-

ные ручные инструменты (дрель, дисковая пила, рубанок) и некоторые бытовые приборы.

Прикосновение к **токоведущим** частям всегда опасно, даже в сети напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью, с хорошей изоляцией и малой емкостью, не говоря уже о сетях с заземленной нейтралью и сетях с напряжением более 1000 В. В последнем случае опасно даже приближение к токоведущим частям. В электроустановках напряжением до 1000 В применение изолированных проводов обеспечивает достаточную защиту от поражения при прикосновении к ним. Однако изолированная проводка, которая находится под напряжением более 1000 В, не менее опасна, чем обнаженная. В этих случаях одним из средств обеспечения безопасности являются стационарные **ограждающие устройства**. Они разделяются на сплошные и сетчатые. Сплошные ограждения в виде кожухов и крышек применяются в электроустановках напряжением до 1000 В. Сетчатые ограждения имеют двери, которые закрываются на замок. К ограждающим устройствам относят также временные переносные ограждения (щиты, изолирующие накладки, изолирующие колпаки). Ограждения оборудуются крышками или дверями, которые закрываются на замок или снабжены блокировками.

Блокировкой называется автоматическое устройство, при помощи которого предотвращают неправильные, опасные для человека действия. Рабочими элементами блокировки могут быть механические устройства, защелки, фигурные вырезы (механическая блокировка), блок-контакты, которые воздействуют на разрыв электрической цепи (электрическая блокировка), а также электромагнитные блокировки.

Электрическая блокировка позволяет отключать напряжение при открывании дверей ограждений, дверей корпусов и кожухов или при снятии крышек. При электрической блокировке блокировочные контакты, сблокированные с дверями или крышкой, при открывании дверей или снятии крышки размыкают цепь питания катушки магнитного пускателя. При такой схеме происходит обрыв цепи управления и случайное открывание дверей не представляет опасности, поскольку электроустановка будет обесточена.

Расположение токоведущих частей на недосягаемой высоте или в недоступном месте обеспечивает безопасность без ограждений и блокиро-

вок. Выбирая высоту расположения, следует учитывать возможность неумышленного прикосновения к частям, находящимся под напряжением, длинными металлическими предметами. Высота расположения проводов воздушных линий электропередач зависит от напряжения и места прохождения линии (таблица 32).

Таблица 32 – Минимальные расстояния, м, по вертикали от проводов воздушных линий электропередач к поверхности земли при нормальном режиме работы

Местность	Линейное напряжение, кВ								
	1	6	10	35	110	154	220	330	500
Населенная	6	7	7	7	7	8	8	8	8
Ненаселенная	6	6	6	6	6	7	7	7,5	8
Густонаселенная	4	5	5	5	5	6	6	6,5	7

Малые напряжения. При работе с переносными электроинструментами, а также с ручными переносными светильниками при повреждении изоляции и при появлении напряжения на корпусе появляется опасность поражения током. В таких случаях применяются малые напряжения, не выше 42 В. При напряжении до 42 В ток, который проходит через тело человека, безопасен. Малые напряжения применяют для питания местного освещения на станках, переносных светильниках, электроинструментах. Во время работы в особо опасных помещениях для питания переносных электрических светильников используют напряжение не выше 12 В.

Источниками малого напряжения являются понижающие трансформаторы, аккумуляторы, преобразователи частот, батареи гальванических элементов. Применение автотрансформаторов или реостатов для получения малого напряжения запрещается, так как сеть малого напряжения электрически связана с сетью высокого напряжения. Чаще всего используют понижающие трансформаторы.

Опасностью применения понижающих трансформаторов является возможность перехода высокого напряжения на сторону малого напряе-

ния. Для снижения этой опасности вторичную обмотку и корпус трансформатора заземляют или зануляют (одного из выводов или средней точки обмотки малого напряжения) или между обмотками располагают заземленный экран.

Выравнивание потенциалов - это снижение напряжения прикосновения и шага между точками электрической цепи, к которым возможно одновременное прикосновение или на которых может одновременно стоять человек (рисунок 25).

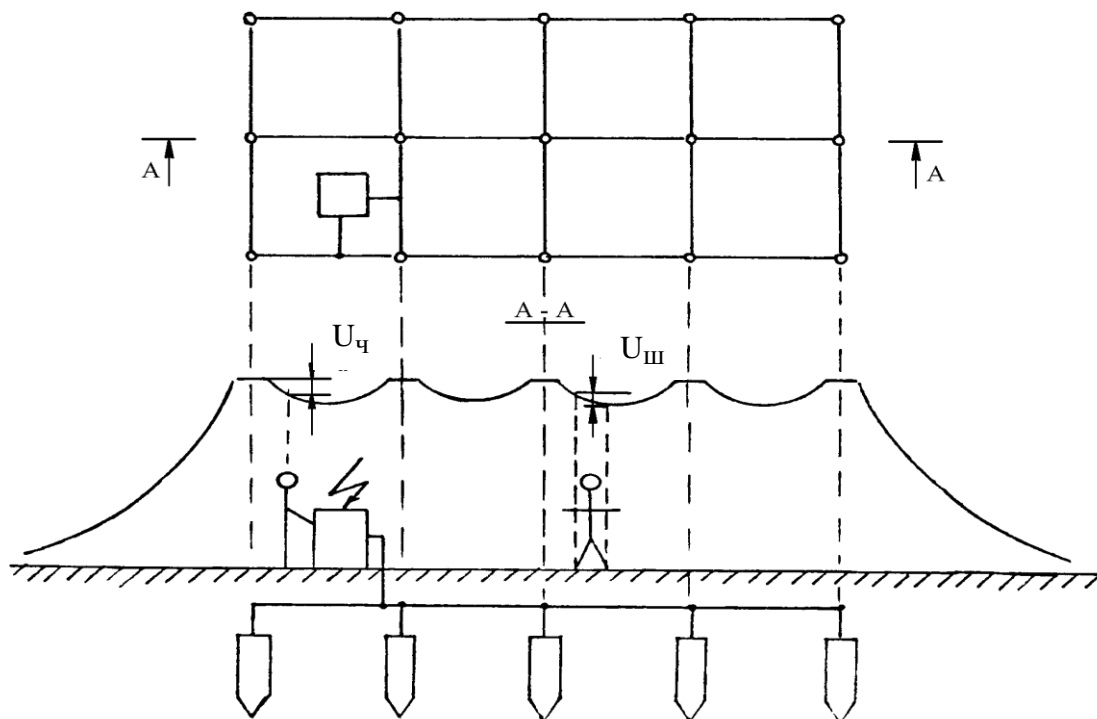


Рисунок 25 – Выравнивание потенциалов при контурном заземлении

Выравнивание потенциалов применяется при пофазном ремонте высоковольтных линий электропередач под напряжением. Для выполнения работ человек поднимается при помощи телескопической изоляционной вышки до уровня провода. Потом при помощи изолирующей штанги накладывает перемычку между металлической трубкой, изолированной от земли, и фазным проводом линии. После этого работы выполняются без электрозщитных средств [18].

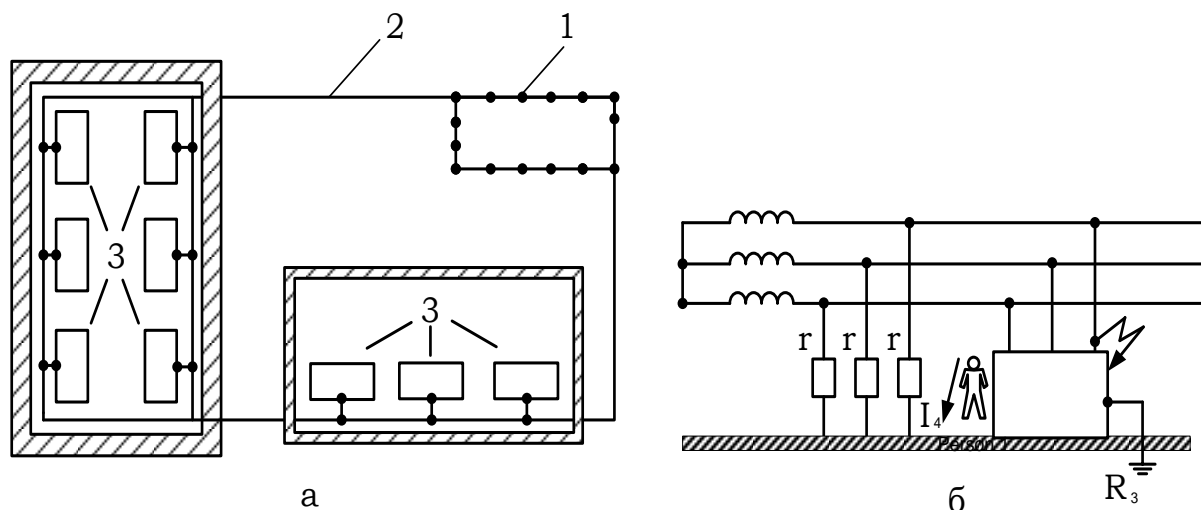
Ток потерь протекает через перемычку и изоляцию вышки на землю. Человек не попадает под напряжение, поскольку разница потенциалов провода, которого он касается, и опорной поверхности ног равна нулю.

Защитное разделение сетей. Каждый проводник сети и землю можно рассматривать как две обкладки конденсатора, а воздух между ними - как диэлектрик. В протяженной, сильно разветвленной сети емкость проводов относительно земли больше, а емкостное сопротивление невелико. Чем больше длина сети, тем большую величину имеют токи потерь, то есть те токи, которые определяют поражение человека при его прикосновении к фазе. Если такую сеть разделить на ряд небольших участков сети с таким же напряжением, то такая сеть будет иметь незначительную емкость, высокое емкостное сопротивление изоляции и небольшой ток потерь (токи поражения). Такая сеть будет безопасной. Электрическое разделение сетей достигается при помощи разделительного трансформатора. Разделительный трансформатор имеет коэффициент трансформации 1:1, у него отсутствует электрическая связь между первичной и вторичной обмотками. Разделительные трансформаторы отделяют электроприемники и их провода от общей сети и благодаря этому - от возможных в этой сети активных и емкостных токов потерь, возможных мест замыкания на землю, то есть исключают условия, которые создают повышенную опасность для людей. Область применения электрического разделения сетей - электроустановки напряжением до 1000 В, эксплуатация которых связана с повышенными требованиями электробезопасности (передвижные электроустановки, ручной электроинструмент).

Технические средства безопасной эксплуатации электроустановок при аварийных режимах работы

Защитное заземление (рисунок 26) - это преднамеренное электрическое соединение с землей или с ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением (ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление (Изм. 1987)). Назначение защитного заземления - устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения на конструктивных частях электрооборудования, то есть при замыкании на корпус. Принцип действия защитного заземления - снижение до безопасных значений напряжений прикосновения и шага, обусловленных замыканием на корпус. Это достигается снижением потенциала заземленного оборудования, а также выравниванием потенциалов за счет поднимания потенциала

основы, на которой стоит человек, к потенциалу, близкому по значению потенциалу заземленного оборудования [30].



а - устройство выносного заземления (1 - заземлители; 2 - соединительный проводник; 3 - заземляемое оборудование); б - схема прикосновения человека к корпусу при выносном заземлении и замыкании фазы на корпус

Рисунок 26 – Защитное заземление

Область **применения** защитного заземления - трехфазные сети напряжением до 1000 В с любым режимом нейтрали.

Заземляющее устройство - это совокупность конструктивно объединенных заземляющих проводников и заземлителя.

Заземляющий проводник - это проводник, который соединяет заземляемые объекты с заземлителем. Если заземляющий проводник имеет два или больше ответвлений, то он называется магистралью заземления.

Заземлитель - это совокупность объединенных проводников, которые находятся в контакте с землей или с ее эквивалентом. Различают заземлители искусственные, предназначенные исключительно для заземления, и естественные металлические предметы, которые находятся в земле.

В качестве искусственных заземлителей применяют вертикальные и горизонтальные электроды. В качестве вертикальных электродов используют стальные трубы диаметром 3-5 см и стальные уголки размером от 40x40 до 60x60 мм длиной 2,5-3 м. Можно также использовать стальной кругляк диаметром 10-12 мм. Для соединения вертикальных электродов

используют ленточную сталь сечением не менее 4x12 мм и сталь круглого сечения диаметром не менее 6 мм. Для установки вертикальных заземлителей предварительно роют траншею глубиной 0,7- 0,8 м, потом при помощи механизмов забивают трубы или уголки.

В качестве естественных заземлителей можно использовать:

- проложенные в земле водопроводные и другие металлические трубопроводы, за исключением трубопроводов горючих жидкостей, горючих или взрывоопасных газов, а также трубопроводов, покрытых изоляцией для защиты от коррозии;
- обсадные трубы артезианских колодцев, скважин, шурфов;
- металлические конструкции и арматуру железобетонных элементов зданий и сооружений, которые соединены с землей;
- свинцовые оболочки кабелей, проложенных в земле.

Естественные заземлители имеют преимущественно малое сопротивление растеканию тока, поэтому использование их в качестве заземлителей позволяет экономить значительные средства. Недостатком естественных заземлителей является доступность их неэлектротехническому персоналу и возможность нарушения непрерывности соединения протяженных заземлителей. В качестве заземляющих проводников, предназначенных для соединения заземляемых частей с заземлителем, применяют ленточную и круглую сталь. Заземляющие проводники прокладывают открыто по конструкциям здания, в том числе по стенам на специальных опорах. Заземляемое оборудование присоединяют к магистрали заземления при помощи отдельных проводников. При этом последовательное заземление оборудования не допускается.

Согласно требованиям Правил устройства электроустановок сопротивление защитного заземления в любое время года не должно превышать:

- 4 Ом - в установках напряжением до 1000 В; если мощность источника тока (генератора или трансформатора) 100 кВ·А и меньше, то сопротивление заземляющего устройства допускается до 10 Ом;
- 0,5 Ом - в установках напряжением более 1000 В с эффективно заземленной нейтралью;
- $\frac{250}{I_3}$, но не больше 10 Ом – в установках напряжением более

1000 В с изолированной нейтралью; если заземляющее устройство одновременно используют для электроустановок напряжением до 1000 В, то сопротивление заземляющего устройства не должно превышать $\frac{125}{I_3}$, но не более 10 Ом (или 4 Ом, если это требуется для установок до 1000 В). Здесь I_3 - ток замыкания на землю, А.

Защитному заземлению подлежат металлические нетоковедущие части оборудования, которые из-за неисправности изоляции могут оказаться под напряжением и к которым возможно прикосновение людей или животных. При этом в помещениях с повышенной опасностью и в особо опасных по условиям поражения током, а также во внешних установках заземление обязательно при номинальном напряжении электроустановки более 42 В переменного и более 110 В постоянного тока, а в помещениях без повышенной опасности - при напряжении 380 В и выше переменного тока; 440 В и выше постоянного тока. Только во взрывоопасных помещениях заземление выполняется независимо от значения напряжения установки.

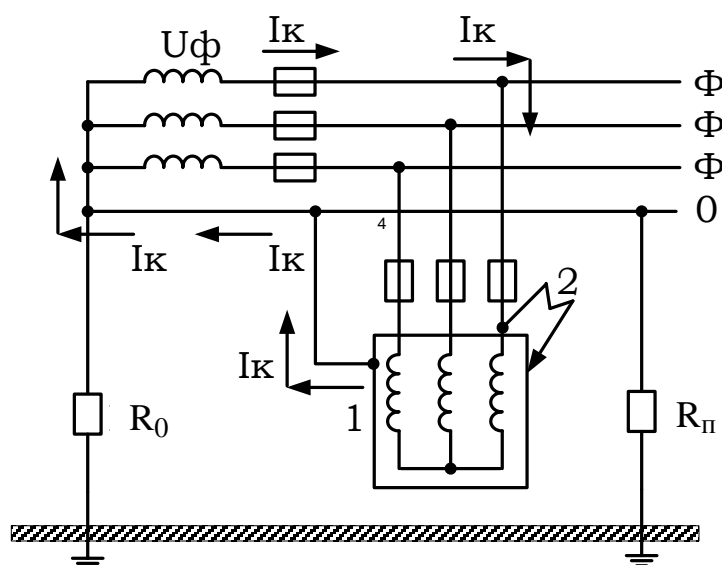
Заземлению не подлежат корпуса электрооборудования, аппаратов и электромонтажных конструкций, установленные на заземленных металлических конструкциях, распределительных устройствах, в щитах, шкафах, на станинах станков, машин и механизмов, при условии надежного электрического контакта с заземленным основанием, арматура изоляторов всех типов, растяжки, кронштейны и осветительная арматура при установке их на деревянных опорах воздушных линий электропередач или на деревянных конструкциях открытых подстанций.

Последовательность расчета защитного заземления приведена в подразд. 5.8, пример 1.

Зануление (рисунок 27) - это преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением (ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление (Изм. 1987)). Это основное средство защиты от поражения людей током в случае прикосновения к корпусу электрооборудования и к металлическим конструкциям, которые оказались под напряжением вследствие повреждения изоляции или однофазного короткого замыкания в электроустановках напряже-

нием до 1000 В в сети с заземленной нейтралью. Назначение зануления то же, что и заземления: устранить опасность поражения людей током при пробивании фазы на корпус. Это достигается автоматическим выключением поврежденной установки от электрической сети.

Принцип действия зануления - превращение пробивания на корпус в однофазное короткое замыкание с целью вызвать ток большой силы, способный обеспечить срабатывание защиты, и благодаря этому автоматически отключить поврежденную установку от электрической сети. При пробивании фазы на корпус ток идет через трансформатор, фазный провод, предохранитель, корпус электроустановки, нулевой провод. Ввиду того, что сопротивление при коротком замыкании мало, ток достигает значительных величин и защитное устройство срабатывает.



1 - корпус; 2 - аппараты защиты от токов короткого замыкания (плавкие предохранители, автоматы); R_0 - сопротивление заземления нейтрали источника тока; R_n - сопротивление повторного заземления нулевого защитного проводника; I_K - ток короткого замыкания

Рисунок 27 – Принципиальная схема зануления

Для соединения открытых проводящих частей потребителя электроэнергии с глухозаземленной нейтральной точкой источника используется **нулевой защитный проводник**.

Нулевым защитным проводником называется проводник, соединяющий зануляемые части (открытые проводящие части) с глухозаземленной нейтральной точкой источника питания трехфазного тока или с заземленным выводом источника питания однофазного тока, или с заземленной средней точкой источника питания в сетях постоянного тока.

Нулевой защитный проводник следует отличать от **нулевого рабочего проводника**.

Нулевой рабочий проводник – проводник в электроустановках напряжением до 1 кВ, предназначенный для питания электроприемников, соединенный с глухозаземленной нейтральной точкой генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной средней точкой источника питания в сетях постоянного тока.

Совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводник – проводник в электроустановках напряжением до 1 кВ, совмещающий функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводника.

Область применения зануления:

- электроустановки напряжением до 1 кВ в трехфазных сетях переменного тока с заземленной нейтралью (сети 220/127, 380/220, 660/380 В);
- электроустановки напряжением до 1 кВ в однофазных сетях переменного тока с заземленным выводом;
- электроустановки напряжением до 1 кВ в сетях постоянного тока с заземленной средней точкой источника питания.

Каждая подлежащая занулению часть электроустановки должна быть присоединена при помощи отдельного ответвления к нулевому рабочему проводнику, если его используют в качестве нулевого защитного проводника, или к магистрали зануления, т.е. нулевого защитного проводника, от которого отходят два и более ответвлений. Согласно ПУЭ, проводники зануления следует выбирать так, чтобы при замыкании на корпус или на нулевой проводник возникал ток короткого замыкания, превышающий не менее чем в 3 раза номинальный ток плавкой вставки ближайшего предохранителя или номинальный ток расцепителя автоматического выключателя [51].

Расчет зануления состоит из трех частей: расчета на отключающую

способность, определения максимального напряжения корпуса оборудования относительно земли при замыкании фазы на корпус, расчета рабочего и повторных заземлений.

Расчет на отключающую способность и определение максимального напряжения корпуса оборудования относительно земли при замыкании фазы на корпус проводят по методикам, приведенным в работе [51].

Методика расчета рабочего зануления

Расчет зануление состоит в определении необходимого количества заземлителей и общего сопротивления заземляющего устройства по формулам (40) – (46), нужной площади сечения нулевого провода путем определения необходимого сопротивления, при котором электрооборудование выключится при возникновении тока короткого замыкания в случае повреждения изоляции и замыкании на корпус.

Порядок расчета:

- определяют сопротивление рабочего заземления нулевой точки трансформатора (генератора) по формулам (40) – (46);

- определяют силу тока короткого замыкания при замыкании фазы на корпус по формуле (39) и проверяют надежность защитного устройства по формуле (38);

- определяют наибольшее сопротивление нулевого провода, при котором электрооборудование выключится при появлении тока короткого замыкания, по формуле (40);

- рассчитывают нужную площадь сечения нулевого провода по формуле (41).

Для надежного срабатывания защиты должно выполняться такое условие:

$$I_k \geq k I_{ном} , \quad (38)$$

где I_k - сила тока короткого замыкания при замыкании фазы на корпус, А;

k - коэффициент превышения: при использовании плавкой вставки предохранителя $k = 3$, для взрывоопасной зоны $k = 4$; при использовании автомата $k = 1,4$ при номинальном токе, меньшем, чем 100 А, $k = 1,25$ при номинальном токе, большем, чем 100 А, для взрывоопасной зоны $k = 6$;

$I_{\text{ном}}$ - номинальный ток плавкой вставки предохранителя или ток срабатывания автомата (таблица И.6).

Сила тока короткого замыкания при замыкании фазы на корпус определяется по формуле

$$I_{\text{к}} = \frac{U_{\text{ф}}}{Z_{\text{т}}/(3 + Z_{\text{п}})}, \quad (39)$$

где $U_{\text{ф}}$ - фазовое напряжение, В;

$Z_{\text{т}}$ - сопротивление трансформатора (приложение И), Ом;

$Z_{\text{п}}$ - сопротивление петли «фаза – нуль», Ом.

Необходимое сопротивление (наибольшее) нулевого провода, при котором электрооборудование выключится при появлении тока короткого замыкания, Ом,

$$R_{\text{н}} = \frac{U_{\text{ф}} - I_{\text{к}} R_{\text{тр}}}{2 I_{\text{к}}}, \quad (40)$$

где $U_{\text{ф}}$ - фазовое напряжение в сети, В;

$R_{\text{тр}}$ - активное сопротивление трансформатора, Ом (по справочным данным соответственно типу трансформатора, таблица И.7).

Необходимая площадь сечения нулевого провода, мм²,

$$S = \frac{\rho_{\text{п}} I_{\text{п}}}{2 R_{\text{н}}}, \quad (41)$$

где $\rho_{\text{п}}$ - удельное сопротивление проводов, Ом · мм² /г: медных – 0,018; алюминиевых – 0,028;

$I_{\text{п}}$ - длина петли «фаза – нуль», м.

Однако зануление как защитное средство не обеспечивает в полной мере безопасность. Во время короткого замыкания в нулевом проводе возникает опасность поражения, которая будет существовать, пока не произойдет отключение поврежденного оборудования благодаря сгоранию предохранителя или отключению аппарата. Зануление используется в трехфазных электрических сетях напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью.

Защитным отключением называется автоматическое отключение электроустановок при однофазном (однополюсном) прикосновении к частям, находящимся под напряжением, недопустимым для человека, и (или) при возникновении в электроустановке тока утечки (замыкания), превышающего заданные значения.

Назначение защитного отключения - обеспечение электробезопасности, что достигается за счет ограничения времени воздействия опасного тока на человека. Защита осуществляется специальным устройством защитного отключения (УЗО), которое, работая в дежурном режиме, постоянно контролирует условия поражения человека электрическим током.

К устройствам защитного отключения предъявляются следующие требования:

- высокая чувствительность (способность реагировать на малые изменения входной величины сигнала, малое время отключения (не более 0,2 с);
- селективность работы (способность отключать напряжение только от поврежденного оборудования);
- самоконтроль (способность отключать оборудование при неисправности устройства защитного отключения);
- надежность.

Область применения защитного отключения. Защитное отключение рекомендуется применять в качестве основного или вспомогательного защитного средства, если безопасность не может быть обеспечена путем устройства заземления или по экономическим соображениям.

Наибольшее распространение защитное отключение получило в электроустановках, используемых в сетях напряжением до 1 кВ с заземленной или изолированной нейтралью.

Защитное отключение используется в электроустановках напряжением до 1000 В в следующих случаях:

- в передвижных электроустановках с изолированной нейтралью, когда устройство заземления затруднительно;
- в стационарных установках при использовании электрифицированного инструмента;
- в условиях повышенной опасности поражения электрическим

током и взрывоопасности.

Широко используются защитно-отключающие устройства в бытовых электроустановках.

Принцип работы УЗО состоит в том, что оно постоянно контролирует входной сигнал и сравнивает его с заранее заданной величиной (уставкой). Если входной сигнал превышает уставку, то устройство срабатывает и отключает защищенную электроустановку от сети. В качестве входных сигналов устройств защитного отключения используют различные параметры электрических сетей, которые несут в себе информацию об условиях поражения человека электрическим током.

Все УЗО по виду входного сигнала классифицируют на несколько типов:

- реагирующие на напряжение корпуса относительно земли;
- реагирующие на дифференциальный (остаточный) ток;
- реагирующие на комбинированный входной сигнал;
- реагирующие на ток замыкания на землю;
- реагирующие на оперативный ток;
- реагирующие на напряжение нулевой последовательности.

Кроме того УЗО могут классифицироваться по другим критериям, например по конструктивному исполнению.

Основными элементами любого устройства защитного отключения являются датчик, преобразователь и исполнительный орган.

Основными параметрами, по которым подбирается то или иное УЗО, являются: номинальный ток нагрузки т.е. рабочий ток электроустановки, который протекает через нормально замкнутые контакты УЗО в дежурном режиме; номинальное напряжение; уставка; время срабатывания устройства.

УЗО, реагирующее на потенциал корпуса относительно земли, предназначено для обеспечения безопасности при возникновении на заземленном (или зануленном) корпусе электроустановки повышенного потенциала. Датчиком в этом устройстве (рисунок 28) служит реле Р, обмотка которого включена между корпусом электроустановки и вспомогательным заземлителем R_B . Электроды вспомогательного заземлителя R_B располагаются вне зоны растекания токов заземлителя R_3 .

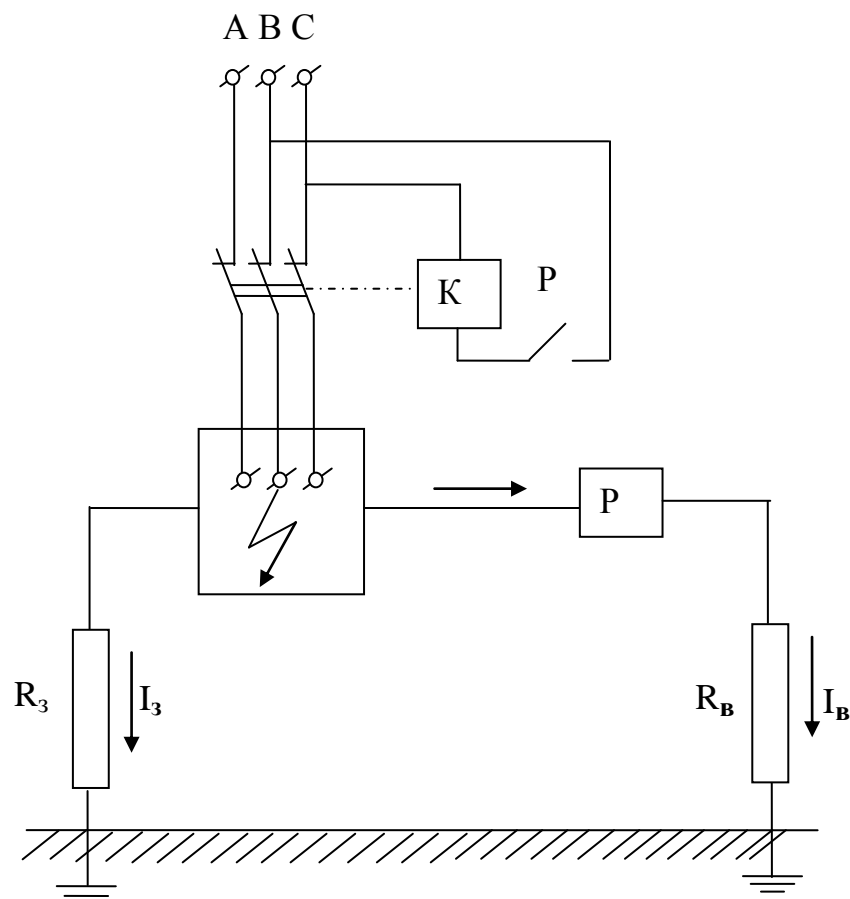


Рисунок 28 – Схема УЗО, реагирующего на потенциал корпуса

При замыкании на корпус защитное заземление R_3 снизит потенциал корпуса относительно земли до величины

$$U_3 = I_3 R_3. \quad (42)$$

Если по каким-либо причинам окажется, что $U_3 > U_{здоп}$, где $U_{здоп}$ - потенциал корпуса, при котором напряжение прикосновения не превышает допустимого, то срабатывает реле P , которое своими контактами замкнет цепь питания катушки коммутационного аппарата и произойдет отключение поврежденной электроустановки от сети.

Фактически данный тип УЗО дублирует защитные свойства заземления или зануления и применяется в качестве дополнительной защиты, повышая надежность заземления или зануления.

Данный тип УЗО может применяться в сетях с любым режимом нейтрали, когда заземление или зануление неэффективно.

УЗО, реагирующие на дифференциальный (остаточный) ток, находят широкое применение во всех отраслях промышленности. Характерной особенностью является их многофункциональность. Такие УЗО могут осуществлять защиту человека от поражения электрическим током при прямом прикосновении, при косвенном прикосновении, при несимметричном снижении изоляции проводов относительно земли в зоне защиты устройства, при замыканиях на землю и в других ситуациях.

Принцип действия УЗО дифференциального типа заключается в том, что оно постоянно контролирует дифференциальный ток и сравнивает его с уставкой. При превышении значения дифференциального тока уставки УЗО срабатывает и отключает аварийный потребитель электроэнергии от сети. Входным сигналом для трехфазных УЗО является ток нулевой последовательности. Входной сигнал УЗО функционально связан с током, протекающим через тело человека I_h .

Область применения УЗО дифференциального типа – сети с заземленной нейтралью напряжением до 1 кВ.

Конструктивно дифференциальные УЗО разделяются на два типа:

– **Электромеханические УЗО, функционально не зависящие от напряжения питания.** Источником энергии, необходимой для функционирования таких УЗО – выполнения защитных функций, включая операцию отключения, является сам входной сигнал – дифференциальный ток, на который они реагируют.

– **Электронные УЗО, функционально зависящие от напряжения питания.** Их механизм для выполнения операции отключения нуждается в энергии, получаемой либо от контролируемой сети, либо от внешнего источника.

Основными параметрами УЗО дифференциального типа являются:

- уставка (дифференциальный отключающий ток);
- время срабатывания;
- ток нагрузки;
- напряжение питания.

Система электротехнических средств

Электротехнические средства - это переносные средства, предназна-

ченные для защиты людей, которые работают в электроустановках, от поражения электрическим током, от действия электрической дуги и электромагнитного поля. По назначению электротехнические средства условно разделяют на изолирующие, ограждающие и вспомогательные [45].

Изолирующие электротехнические средства предназначены для изоляции человека от частей электрооборудования, которые находятся под напряжением, а также от земли. К ним относятся: изолирующие и измерительные штанги, штанги для накладывания временных переносных заземлений; изолирующие и электроизмерительные клещи; указатели напряжения; изолированные ручки монтерского инструмента; диэлектрические рукавицы, боты и калоши; резиновые коврики, дорожки, подставки; изолирующие колпаки и накладки; изолирующие стремянки.

Изолирующие электротехнические средства разделяются на основные и вспомогательные. **Основными** называют такие изолирующие электротехнические средства, изоляция которых выдерживает рабочее напряжение электроустановки и с помощью которых разрешается притрагиваться к токоведущим частям, находящимся под напряжением. **Дополнительными** называют такие изолирующие электротехнические средства, которые сами не могут обеспечить безопасность персонала при данном напряжении электроустановки и являются дополнительным защитным средством к основным изолирующим электротехническим средствам.

Ограждающие электротехнические средства предназначены для временного ограждения токоведущих частей оборудования. К ним относятся переносные ограждения (ширмы, барьеры, щиты, клетки), а также временные переносные заземления. Условно к ним относят и переносные предупредительные плакаты.

Вспомогательные защитные средства предназначены для защиты персонала от падения с высоты (предохранительные пояса и страховочные канаты), для безопасного подъема на высоту (стремьянки, когти), а также для защиты от светового, теплового, механического и химического воздействий (защитные очки, противогазы, рукавицы, спецодежда).

Организация безопасной эксплуатации электроустановок

Обеспечение безопасной эксплуатации электроустановок достигается путем обязательного выполнения всеми потребителями электроэнергии,

независимо от их ведомственной принадлежности, Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

На предприятии, как правило, должна быть организована электротехническая служба. Руководитель предприятия обязан обеспечить содержание, эксплуатацию и обслуживание электроустановок в соответствии с требованиями нормативных документов. Для этого он обязан:

- назначить ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию электрооборудования из числа ИТР, имеющих электротехническую подготовку и прошедших проверку знаний в установленном порядке;

- утвердить Положение об энергетической службе предприятия, а также должностные инструкции и инструкции по ОТ;

- обеспечить проверку знаний работников в установленные сроки;

- обеспечить проведение технического освидетельствования электроустановок;

- обеспечить проведение противоаварийных, приемосдаточных и профилактических испытаний и измерений электроустановок согласно правилам и нормам;

- обеспечить организацию выполнения мероприятий по предотвращению использования технологий и методов работы, оказывающих отрицательное влияние на окружающую среду;

- обеспечить строгое выполнение установленных режимов энергоиспользования, а также предписаний органов госнадзора.

Для непосредственного выполнения функций по организации эксплуатации электроустановок руководитель предприятия должен назначить лицо, отвечающее за общее состояние электрохозяйства предприятия [10].

Ответственным за электротехническое хозяйство должен быть назначен инженерно-технический работник, чья квалификация отвечает требованиям Правил безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей и других нормативных актов, аттестованный на знание этих документов. Лицо, ответственное за электротехническое хозяйство, отвечает за разработку и проведение организационных и технических мероприятий по

электробезопасности.

Обслуживание действующих электроустановок, проведение в них оперативных переключений, организация и выполнение ремонтных, монтажных, наладочных работ и испытаний осуществляются специально подготовленным электротехническим персоналом.

Работы в действующих электроустановках с учетом мероприятий безопасности разделяются на выполняемые:

- со снятием напряжения;
- без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них;
- без снятия напряжения на удалении от токоведущих частей, которые находятся под напряжением.

К работам, выполняемым **со снятием напряжения**, относят работы, выполняемые в электроустановках, в которых со всех токоведущих частей снято напряжение и вход в помещение соседней электроустановки, которая находится под напряжением, закрыт.

К работам, выполняемым **без снятия напряжения** на токоведущих частях и вблизи них, относятся работы, которые проводятся непосредственно на этих частях.

Работой **без снятия напряжения на удалении от токоведущих частей**, которые находятся под напряжением, считается работа, при которой исключается случайное приближение работающих людей и используемого ими ремонтного оборудования и инструмента к токоведущим частям на расстояние меньше установленного и не требуется применение технических или организационных мероприятий (непрерывного надзора) для предотвращения такого приближения. При выполнении работ со снятием напряжения и без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них должны выполняться организационные и технические мероприятия.

К организационным мероприятиям относятся:

- оформление работы по наряду-допуску, распоряжению или по перечню работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- допуск к работе;
- надзор во время работы;
- оформление перерыва во время работы;
- переводы на другое рабочее место.

Наряд-допуск - это задание на безопасное выполнение работы, оформленное на специальном бланке установленной формы. Он определяет содержание, место выполнения работы, время ее начала и окончания, условия ее безопасного выполнения, состав бригады и лиц, ответственных за безопасное выполнение работы. Ответственными за безопасное выполнение работ являются: лицо, которое выдало наряд; которое дает распоряжение; лицо, которое допускает к работе; руководитель работы; исполнитель работы; наблюдающий; член бригады.

Все работы, которые выполняются в электроустановках без наряда, проводятся:

- по распоряжению лиц, уполномоченных на это, с оформлением в оперативном журнале;
- в порядке текущей эксплуатации с дальнейшей записью в оперативном журнале.

Распоряжение - это задание на выполнение работы, которое определяет ее содержание, место, время, мероприятия безопасности. Оно имеет разовый характер, выдается на один вид работы и действует в течение одной смены.

По распоряжению могут выполняться:

- внеплановые работы, вызванные производственной необходимостью, длительностью до 1 часа;
- работы без снятия напряжения на удалении от токоведущих частей, которые находятся под напряжением, продолжительностью не более одной смены;
- работы со снятием напряжения с электроустановок напряжением до 1000 В длительностью не больше одной смены.

Текущая эксплуатация - это проведение оперативным персоналом самостоятельно на закрепленном за ним участке в течение одной смены работ по специальному перечню.

К организационным мероприятиям в этом случае относится составление ответственным за электрохозяйство лицом перечня работ, касающихся конкретных условий.

К техническим мероприятиям, которые обеспечивают безопасность работ, выполняемых со снятием напряжения, относятся:

- необходимые отключения и выполнение мероприятий, которые предотвращают подачу напряжения к месту работы вследствие ошибочного или произвольного включения коммутационной аппаратуры;
- вывешивание на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационной аппаратуры (автоматы, рубильники, выключатели) запрещающих плакатов;
- проверка отсутствия напряжения на токоведущих частях;
- накладывание заземления;
- вывешивание предупредительных и предписывающих плакатов, ограждение, при необходимости, рабочих мест и токоведущих частей, которые остались под напряжением.

5.5 Защита от воздействия статического электричества и атмосферного электричества

Статическое электричество (СЭ) – это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности и в объеме диэлектрических и полупроводниковых материалов, веществ, изделий или на изолированных проводниках.

Наиболее ярко способность к электризации проявляется у диэлектрических материалов. **Диэлектриками** называются такие вещества, в которых не происходит передвижения зарядов под действием электрического поля подобно тому, как это происходит в проводниках. Эти материалы оказывают большое сопротивление прохождению через них электрического тока. Электрические свойства диэлектрика характеризуются удельной объемной емкостью, т.е. способностью единицы объема материала проводить электрический ток. Кроме объемной электропроводности большое значение имеет поверхностная электропроводность материала, которая зависит от наличия на поверхности диэлектрика загрязнений, влаги и температуры окружающей среды.

Величина СЭ зависит от многих факторов: электропроводности, интенсивности взаимодействия частиц, площади контакта частиц при соударении, влажности воздуха и др.

Образование СЭ в промышленности и на транспорте приводит к созданию опасных условий труда. Вредное воздействие СЭ проявляется в возникновении электрических искр и влиянии на обслуживающий персонал [51].

Опасность электрических искр. Электрическая искра сопровождает возникновение электрического разряда, который может возникнуть в процессе электризации при условии достижения напряженностью электрического поля величин, равных электрической прочности диэлектрика или превышающих её. Эта искра может служить причиной воспламенения горючих и взрывоопасных смесей газов, паров и пыли с воздухом.

Воздействие СЭ на обслуживающий персонал. Электризация тела человека происходит при носке одежды из синтетических тканей, работе с наэлектризованными изделиями и материалами. Также накопление зарядов СЭ происходит при изолировании человека от земли и заземленных предметов непроводящей обувью, полами, диэлектрическими перчатками. Накопившееся на людях электричество может стать причиной искрового разряда при контакте с заземленным предметом, энергии которого достаточно для зажигания практически всех газо-, паровоздушных и некоторых пылевоздушных смесей.

Разность потенциалов зарядов СЭ может достигать десятков и сотен тысяч вольт. Ток, проходящий через человека, с учетом малой емкости заряженных предметов и тела человека и большого сопротивления тела человека в обуви составляет десятки – сотни миллиампер. Такой ток опасен только при длительном прохождении через тело человека. При разряде СЭ время прохождения тока составляет несколько миллисекунд и не представляет смертельной опасности. Кратковременные импульсы тока могут вызвать электрические безболезненные или сопровождающиеся болью удары, являющиеся причиной испуга и связанных с ним травм.

В соответствии с Правилами защиты от статического электричества мероприятия по защите от СЭ проводятся во взрыво- и пожароопасных помещениях и зонах открытых установок, а также на участках, где СЭ влияет на технологический процесс и качество продукции.

К методам борьбы с накоплением зарядов статического электричества относятся:

– Установление предельно допустимых параметров безыскровой электризации. К классу электростатической искробезопасности (ЭСИБ) безыскровой электризации относятся объекты с заземленным электропроводящим оборудованием, в которых исключено применение веществ и материалов с удельным сопротивлением более 10^5 Ом·м и отсутствуют процессы разбрызгивания, распыления, измельчения или диспергирования. Объект, включая цепь заземления, в котором отсутствуют участки с разностью электрических потенциалов свыше 380В, относят к классу ЭСИБ безыскровой электризации. Соблюдение этого требования является обязательным для заземляющих устройств всех объектов или участков объектов из электропроводящих и антистатических материалов, включая заземление человека, средств транспорта и тары.

– Установление предельно допустимых параметров класса ЭСИБ слабой электризации. К классу ЭСИБ слабой электризации относятся объекты с заземленным электропроводным оборудованием, в котором исключено применение веществ и материалов с удельным электрическим сопротивлением более 10^8 Ом·м и отсутствуют процессы разбрызгивания, измельчения и диспергирования. Соблюдение требований класса ЭСИБ слабой электризации контролируют путем сравнения с допустимыми значениями следующих величин: плотности заряда, плотности тока электризации, электропроводности материала, длительности операции временного интервала между операциями, геометрических характеристик.

– Установление допустимых параметров для класса ЭСИБ сильной электризации. К классу ЭСИБ сильной электризации относят допустимые разряды с линейной плотностью энергии, не превышающей 40% от минимальной линейной плотности энергии зажигания.

Для устранения опасности электростатических зарядов применяются следующие мероприятия:

- а) заземление оборудования;
- б) повышение относительной влажности воздуха;
- в) применение антистатических примесей;
- г) ионизация воздуха электрическим полем высокого напряжения и радиоактивным излучением;
- д) изменение режима технологического процесса;

– Изменение параметров технологического процесса. При движении по трубам жидких диэлектриков количество образующихся зарядов пропорционально скорости потока и диаметру трубопровода. Уменьшая скорость потока, можно снизить величину заряда, переносимого им в емкость.

Молниезащита

Воздействие молнии на людей и здания. Молния представляет собой электрический разряд в атмосфере между облаком и землей или между разноименно заряженными частями облаков. Этот разряд воспринимается зрением человека в виде огненных полос зигзагообразной ленточной или «черточной» формы. Обычно явление молнии сопровождается звуковым эффектом, называемым громом. Явление грома запаздывает по сравнению с явлением молнии, что объясняется тем, что скорость звука составляет 300 м/с, а скорость света – 300 000 м/с. Грозовые явления характеризуются следующими количественными показателями: напряженность поля тучи – от 5 до 300 кВ/м; потенциал тучи – от 100 млн. В до 1 млрд. В; время единичного разряда тучи – от 15 до 1000 мкс; время полного разряда тучи – 1,13 с; температура канала молнии – до 20000°С. В среднем на 1 км² поверхности земли приходится в год 2—4 грозовых разряда.

Грозовые разряды могут попадать в здания, инженерные сооружения, вызывая пожары, и поражать людей. Люди, находящиеся внутри или вблизи сооружений, не имеющих молниезащиты, поражаются электрическим током.

Поражения от грозовых разрядов могут быть в форме прямого удара молнии (первичное воздействие), электростатической и электромагнитной индукции (вторичное воздействие) и заноса в здания или сооружения опасного для жизни потенциала по воздушным линиям электропередачи и связи, а также по подземным коммуникациям и железнодорожным рельсам.

При электростатической индукции в конструкциях зданий возникают электрические заряды, противоположные по знаку электрическим зарядам в грозовой туче, в результате чего и возникает искровой разряд между тучей и зданием.

Электромагнитная индукция возникает в результате грозового раз-

ряда. В этом случае в пространстве появляется магнитное поле и возбуждается электродвижущая сила в контурах металлических конструкций здания или сооружения (например, между трубопроводами, проводами и кабелями). Если этот контур не замкнут, то между его участками появится искрение и возникнет опасность загорания. Устранить искрообразование можно посредством заземления всех металлических элементов.

Если здание или сооружение не имеют молниезащиты, то возможное количество поражений молнией в год составит:

$$N = \frac{(S + 3h_x)(L + 3h_x)n}{10^6}, \quad (43)$$

где S – ширина здания или сооружения, м;

L – длина здания или сооружения, м;

h_x – высота здания по его боковым сторонам, м;

n – среднее число поражений молнией 1 км² земной поверхности в год, таблица 33.

Таблица 33 – Среднегодовая грозовая активность на территории Украины

Области	Среднегодовая гозовая активность
Республика Крым	40-60
Закарпатская, Запорожская, Донецкая	80-100
Другие	60-80

Таблица 34 – Ожидаемое среднегодовое число ударов молнии на 1км² поверхности

Интенсивность грозовой активности	Ожидаемое среднегодовое число ударов молнии, n
10-20	1
20-40	2
40-60	4
60-80	5,5
80-100	7,0
100 более	8,5

Молниезащитные устройства. Защита от прямых ударов молний и вторичных проявлений атмосферного электричества обеспечивается:

- устройством молниеотводов;
- устройством металлических заземленных сеток на открытых предметах;
- заземлением оборудования, находящегося внутри зданий;
- образованием замкнутых контуров между близко расположенными трубопроводами и другими металлическими предметами.

В зависимости от степени опасности поражения молнией зданий или сооружений устройства молниезащиты подразделяют на три категории:

I категория – устройства защиты промышленных зданий и сооружений с помещениями, относимыми к классам В-I и В-II по ПУЭ [9], а также с производствами, относимыми по степени пожарной опасности к категории А;

II категория – то же, относимое к классам В-Iа, В-Iб и В-IIа, а также категории Б;

III категория – то же, относимое к классам П-I, П-IIа и П-III, а также категориям В, Г и Д.

Молниезащитные устройства выполняют в процессе строительства здания или сооружения.

Здания от прямых ударов молнии защищают с помощью молниеотводов. Устройство последних основано на учете свойства молнии поражать наиболее высокие здания или сооружения, находящиеся в районе грозовых разрядов. Выбор типа молниеотвода зависит от размеров, высоты и формы здания.

Молниеотвод состоит из трех частей: молниеприемника, непосредственно принимающего удар молнии; заземлителя, через который ток стекает в землю, и токоотвода, соединяющего молниеприемник с заземлителем.

По виду молниеотводы разделяют на стержневые, тросовые и сеточные. Стержневые представляют собой отдельные стержни, возвышающиеся над объектом; тросовые – горизонтальные тросы, закрепленные на опорах; сеточные – натянутые над защищаемым объектом сетки. По количеству совместно действующих молниеотводов они делятся на одиночные,

двойные и многократные. По положению к защищаемому зданию молниеотводы делятся на отдельно стоящие, изолированные и неизолированные.

Защитное действие молниеотвода основано на свойстве молнии поражать наиболее высокие и хорошо заземленные металлические сооружения. Защитное действие молниеотвода характеризуется зоной защиты, под которой понимается пространство, защищенное с некоторой вероятностью от попадания молнии. Размер зоны защиты молниеотвода зависит от отношения активной высоты молнии H , т.е. высоты, с которой разряд молнии начинает ориентировку на объект, к полной высоте молниеотвода.

Зону защиты определяют по эмпирическим формулам, графикам, таблицам и номограммам, приведенным в пособиях по молниезащите [39].

На рисунке 29 представлена схема устройства одиночного стержневого молниеотвода.

Для определения радиуса r_x защиты на высоте h_x от земли применяют следующие формулы:

$$r_x = 1,5(h - 1,25h_x) \quad - \quad \text{при } 0 \leq h_x \leq 2/3h,$$

$$r_x = 0,75(h - h_x) \quad - \quad \text{при } 2/3h \leq h_x \leq h.$$

При молниеотводе высотой $h = 60-100$ м радиус основания конуса принимают равным $r=90$ м и соответственно:

$$r_x = 90(1 - 1,25(h_x / h)) \quad - \quad \text{при } 60 \leq h_x \leq 2/3h,$$

$$r_x = 45(1 - h_x / h) \quad - \quad \text{при } 2/3h \leq h_x \leq 100.$$

Если здание имеет удлиненную форму, применяют двойные стержневые молниеотводы, а также тросовые и сеточные.

Для стержневых молниеотводов молниеприемник изготавливают из меди или стали в виде стержня, заостренного или с шаровым наконечником.

Практически стержневые стальные молниеприемники без антикоррозионных покрытий принимают сечением не менее 100 мм^2 , длиной от 200 до 1500 мм, а молниеотводы из стального многопроволочного оцинкованного троса – сечением не менее 35 мм^2 .

Заземляющие устройства выполняют из стальных труб (диаметром 30-60 мм, длиной 2-3 м), уголков или круглой стали, забиваемых в грунт, или же из полос, уложенных на глубине 0,75 м от поверхности земли.

Заземлители молниезащиты рассчитывают аналогично заземлителям электроустановок.

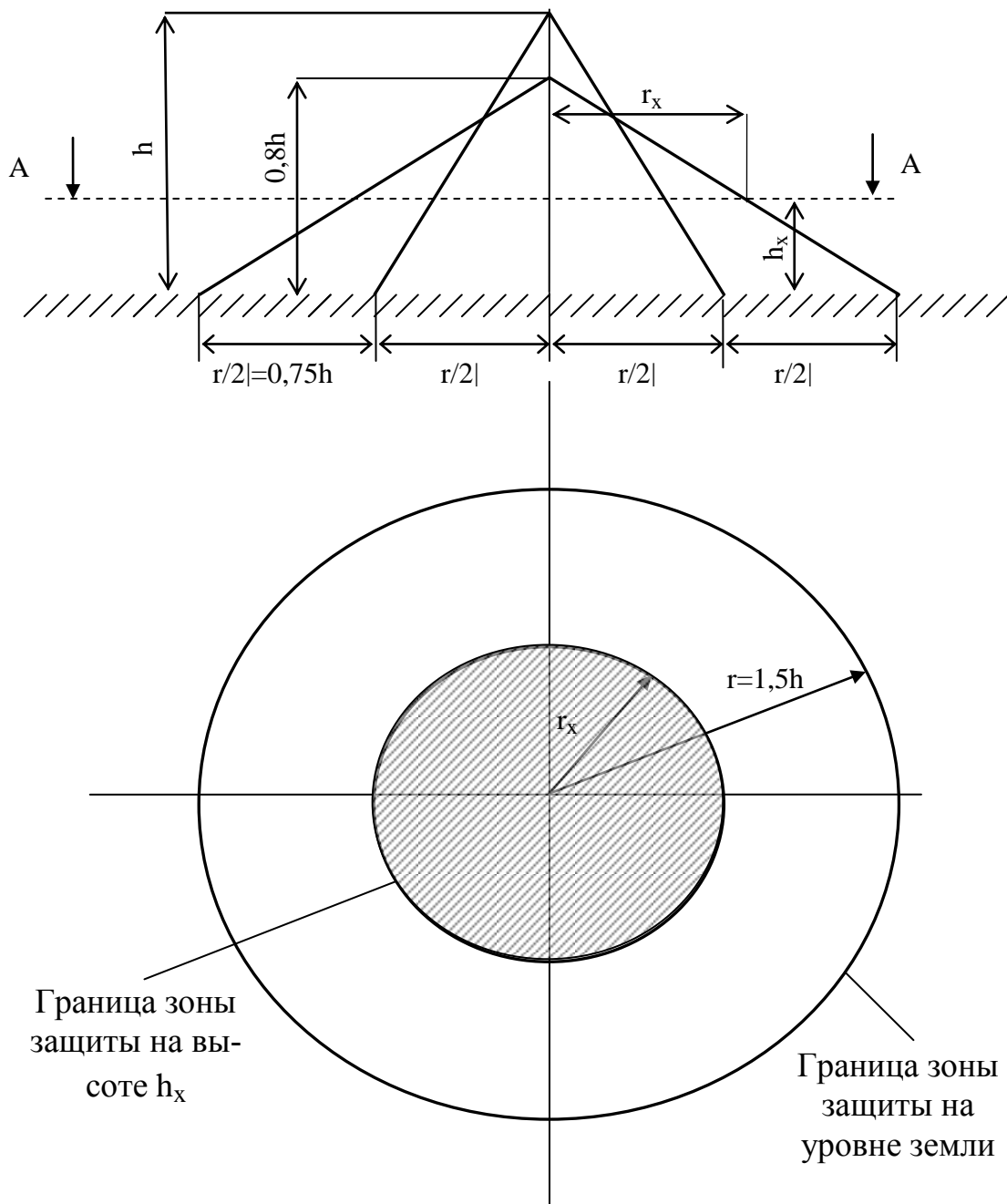


Рисунок 29 – Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода

Для защиты от **электростатической индукции** зданий первой категории заземляют металлические части технологического оборудования, расположенного в них. В зданиях второй категории функцию этой защиты выполняет заземление электрооборудования. Но в этом случае к нему

необходимо присоединить технологическое оборудование. От электромагнитной индукции здания первой и второй категории защищают путем установки перемычек в незамкнутых контурах (например, между трубопроводами).

Для предупреждения заноса в здания опасного потенциала по воздушным линиям заземляют крюки изоляторов и воздушные линии перед вводом их в здания.

Защита от вторичных воздействий молнии. Защите от вторичных воздействий молнии подлежат здания и сооружения первой и второй категории. Для борьбы с опасностью вторичных воздействий молнии применяют заземление всех металлических изделий, расположенных внутри и снаружи зданий. Все заземленные объекты должны иметь самостоятельные заземлители или присоединяться к общей системе заземления при помощи отдельных ответвлений. Последовательное заземление объектов не допускается.

5.6 Первая помощь пострадавшим при поражении электрическим током

Первая помощь пострадавшему от электрического тока оказывается в два этапа: освобождение пострадавшего от действия тока и оказание ему первой доврачебной медицинской помощи [10, 29].

Освобождение пострадавшего от действия тока. Если человек, пораженный током, соприкасается с токоведущими частями, необходимо быстро освободить его от действия тока, принимая одновременно меры предосторожности, чтобы самому не оказаться в контакте с токоведущими частями или с телом пострадавшего, а также под напряжением шага.

Лучше всего отключить установку, а если это невозможно, надо (в установках до 1000 В) перерубить провода топором с деревянной рукояткой либо перекусить их инструментом с изолированными рукоятками. Для отключения линии можно вызвать ее короткое замыкание, набросив голый провод.

Пострадавшего можно оттянуть от токоведущей части, взявшись за его одежду, если она сухая и отстает от тела. При этом нельзя касаться тела пострадавшего, его обуви, сырой одежды и т.п.

При необходимости прикоснуться к телу пострадавшего оказывающий помощь должен изолировать свои руки, надев диэлектрические перчатки. При отсутствии диэлектрических перчаток надо обмотать руки шарфом, надеть на руки шапку и т.п.

Вместо изоляции рук можно изолировать себя от земли, надев на ноги резиновые галоши либо встав на резиновый коврик, доску и т.п.

Если пострадавший очень сильно сжимает руками провода, надо надеть диэлектрические перчатки и разжать его руки, отгибая каждый палец в отдельности.

Если пострадавший находится на высоте, отключение установки может вызвать его падение. В этом случае необходимо принять меры, обеспечивающие безопасность при возможном падении пострадавшего.

Определение состояния пострадавшего. Для определения состояния пострадавшего необходимо уложить его на спину и проверить наличие сознания; при отсутствии сознания проверить наличие дыхания и пульса. Наличие дыхания у пострадавшего определяется на глаз по подъему и опусканию грудной клетки. Проверка пульса осуществляется на лучевой артерии примерно у основания большого пальца руки. Если на лучевой артерии пульс не обнаруживается, следует проверить его на сонной артерии на шее с правой и левой сторон выступа щитовидного хряща - адова яблочка. Об отсутствии кровообращения в организме можно судить также и по состоянию глазного зрачка, который расширяется через минуту после остановки сердца. Проверка состояния пострадавшего должна производиться быстро, в течение не более 15-20 секунд.

Оказание первой доврачебной медицинской помощи. Первая доврачебная медицинская помощь пострадавшему оказывается немедленно, после освобождения его от действия тока, здесь же, на месте происшествия.

Если пострадавший в сознании, но до этого продолжительное время находился под током (I степень электрического удара), то необходимо уложить его на подстилку, немедленно вызвать врача, а до его прибытия обеспечить полный покой, ведя непрерывный контроль дыхания и пульса. Если вызвать врача быстро невозможно, надо срочно доставить его в лечебное учреждение, так как отрицательное воздействие электрического тока может проявиться не сразу, а спустя минуты, часы и даже дни.

Если пострадавший в бессознательном состоянии, но с сохранившимся устойчивым дыханием и пульсом (II степень электрического удара), надо его уложить на подстилку, расстегнуть одежду, обеспечить приток свежего воздуха, поднести к носу смоченную в нашатырном спирте вату, обрызгать лицо холодной водой, растереть и согреть тело. Немедленно вызывать врача.

Если пострадавший без сознания, плохо дышит - редко, судорожно, с всхлипыванием, неритмично, а сердце нормально работает (III степень электрического удара), необходимо делать искусственное дыхание.

При отсутствии признаков жизни - дыхания и пульса (болевые раздражения не вызывают никакой реакции), когда наступило состояние клинической смерти (IV степень электрического удара), надо немедленно приступить к оживлению, т.е. к искусственному дыханию и закрытому массажу сердца. Никогда нельзя отказывать в помощи пострадавшему, у которого остановилось дыхание и сердцебиение. Констатировать смерть имеет право только врач.

Искусственное дыхание. Назначение - обеспечить насыщение крови пострадавшего кислородом, удаление из нее углекислого газа, восстановление самостоятельного дыхания за счет механического раздражения нервных окончаний легких поступающим воздухом.

Способы искусственного дыхания - аппаратные и ручные. Ручные способы можно применять немедленно по возникновении нарушений дыхания, в то же время они значительно менее эффективны и более трудоемки, чем аппаратные.

Можно делать искусственное дыхание способами "изо рта в рот" или "изо рта в нос", при этом оказывающий помощь вдвует воздух из своих легких в легкие пострадавшего через его рот или нос. Способ "изо рта в рот" может быть применен при многих несчастных случаях - при удушье, отравлении, принятии слишком больших доз лекарств, травмах головы, при несчастном случае на воде. Способ "изо рта в рот" эффективнее других ручных способов:

а) достаточно большой объем вдвваемого в легкие воздуха (1000 - 1500 мл);

б) простой контроль за поступлением воздуха в легкие пострадавшего (по расширению грудной клетки и ее опусканию).

Недостаток этого способа - в возможности взаимного заражения и чувства брезгливости у оказывающих помощь, поэтому вдвухание осушествляется через носовой платок, марлю или через специальную трубку.

Подготовка к массажу сердца является одновременно и подготовкой к искусственному дыханию, так как они производятся совместно. Ноги пострадавшего рекомендуется приподнять на 0,5 м для эффективности массажа.

При выполнении массажа сердца встаньте сбоку, займите такое положение, при котором возможен более или менее значительный наклон над ним. Нажатие производится на нижнюю треть грудины. Грудина - это кость передней части скелета, соединяющая ребра. Наложите на нее ладонь одной руки, а ладонь другой - на тыльную поверхность первой. Надавливание на грудину следует проводить основанием ладони, а не всей ладонью, высоко приподняв пальцы рук, чтобы они не касались грудной клетки пострадавшего. Надавливать быстрым толчком изо всех сил, чтобы сместить нижнюю часть грудины вниз; надавливание на грудину производите с частотой один раз в секунду, чтобы создать достаточный кровоток.

С большой осторожностью следует делать массаж людям пожилого возраста из-за опасности перелома ребер и грудины. Помните, что массаж сердца и искусственное дыхание производятся попеременно.

Контроль за правильностью закрытого массажа сердца осуществляется по прощупыванию пульса на сонной артерии пострадавшего, а также по сужению зрачков, появлению у пострадавшего самостоятельного дыхания, уменьшению посинения кожи и видимых слизистых оболочек.

Длительное отсутствие пульса при появлении других признаков оживления служит признаком фибрилляции сердца. В этом случае необходимо продолжать оказание помощи до прибытия врача для доставки в лечебное учреждение. О восстановлении работы сердца судят по появлению у пострадавшего собственного регулярного пульса.

Последовательность срочных мер по оказанию доврачебной помощи пострадавшему:

- 1 Подготовить пострадавшего к искусственному дыханию (см. выше).
- 2 Сделать первые 12 вдвуханий как можно быстрее, делая три глубоких вдоха перед каждым вдвуханием (1 вдвухание за 5 секунд). Проверить

наличие пульса.

3 Если появился пульс и слабые вдохи, продолжить вдувания в такт дыханию пострадавшего, осуществляя контроль за дыханием и пульсом.

4 Если пульс не появился, немедленно начать сердечно-легочную реанимацию. Если человек оказывает помощь один, то он должен делать на 2 быстрых вдувания 15 надавливаний на грудину. Если помощь оказывают двое - 1 вдувание и 5 надавливаний поочередно, осуществляя контроль за реакцией пострадавшего.

Реанимацию нельзя прекращать до появления пульса и самостоятельного дыхания или до начала оказания помощи врачом "Скорой".

5.7 Тушение пожаров в электроустановках

Причины возникновения пожаров в электроустановках. Анализ причин пожаров, происходящих на промышленных предприятиях свидетельствует о том, что одной из основных причин их возникновения является неисправность и неправильность эксплуатации электротехнических установок и устройств. В большинстве случаев пожары происходят из-за коротких замыканий в электрических сетях, перегрева и воспламенения веществ и материалов, находящихся в непосредственной близости от электрооборудования, токовых перегрузок проводов и оборудования, больших переходных сопротивлений, электрических искр и др. [38].

Коротким замыканием называется такой аварийный режим в электроустановках, при котором происходит соединение разноименных проводов, находящихся под напряжением, через очень маленькое сопротивление, не предусмотренное режимом работы данного оборудования. При коротком замыкании в местах соединения проводов сопротивление практически равно нулю, в результате чего величина тока, протекающего по проводникам и токоведущим частям оборудования, достигает очень больших значений (сотен и тысяч ампер). Такие токи могут не только перегреть, но и воспламенить изоляцию, расплавить токоведущие части оборудования и провода. Плавление металлических деталей машин и механизмов сопровождается обильным разлетом искр, которые, в свою очередь, способны воспла-

менить близко расположенные сгораемые вещества и материалы, послужить причиной взрыва.

Перегрузкой называется такое явление, когда в проводниках электрооборудования возникает токовая нагрузка, длительное время превышающая допустимые величины. В процессе эксплуатации электрических сетей перегрузка может возникнуть вследствие подключения дополнительных потребителей, на которые они не рассчитаны. В оборудовании перегрузка может возникнуть при механической перегрузке на валу, понижении напряжения и др. Перегрузка приводит к старению изоляции, которое сопровождается уменьшением эластичности и механической прочности последней. Сильно «состарившаяся» изоляция очень хрупка и под влиянием механического воздействия начинает трескаться и ломаться, что приводит к пробое изоляции или оголению проводов со всеми вытекающими последствиями. Старение сгораемой изоляции или наличие взрывоопасной среды может привести к пожару или взрыву.

Переходным сопротивлением называется сопротивление в местах перехода тока с одного контакта на другой через площадки действительного их соприкосновения. Если взять две контактные поверхности и приложить их друг к другу, то оказывается, что они соприкасаются не всей поверхностью, а отдельными точками. Это объясняется тем, что даже при самой тщательной обработке контактов остаются микроскопические неровности. При прохождении электрического тока через такие контакты могут возникнуть перегрузки, в результате которых места соединения нагреваются. Такое явление может стать причиной загорания и взрыва при наличии горючих веществ и взрывоопасных смесей.

При проектировании электрических установок прежде всего необходимо, чтобы все оборудование по своему исполнению соответствовало характеру окружающей среды и технологическому процессу.

Определение категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности производится по методике, приведенной в Общесоюзных нормах технологического проектирования (ОНТП 24-86) (приложение А).

Категория взрывопожарной и пожарной опасности, а также класс зоны в соответствии с Правилами устройства электроустановок, в том числе для внешних производственных и складских участков, должны быть обозначены на входных дверях в помещение, а также на границах зон

внутри помещения и снаружи.

Основной профилактической мерой относительно предупреждения пожаров и взрывов от электрооборудования является правильный выбор и эксплуатация такого оборудования во взрыво- и пожароопасных помещениях: в соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) помещения подразделяются на взрывоопасные (В-I, В-Ia, В-Iб, В-Ir, В-II, В-IIa) и пожароопасные (П-I, П-II, П-IIa, П-III) зоны.

Взрывоопасная зона - это пространство, в котором есть или могут образовываться взрывоопасные смеси.

Пожароопасная зона - это пространство, где могут находиться горючие вещества как при нормальном технологическом процессе, так и при возможных его нарушениях.

Класс В-I - зоны помещений, в которых выделяются горючие газы и пары в таком количестве и обладают такими свойствами, что могут образовывать с воздухом или другими окислителями взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы.

Класс В-Ia - зоны помещений, в которых взрывоопасные концентрации газов и паров возможны только в результате аварий или неисправностей.

Класс В-Iб- такие же зоны, как и зоны класса В-Ia, но имеющие одну из следующих особенностей:

- горючие газы имеют высокий нижний концентрационный предел распространения пламени (15% и более) и резкий запах;
- по условиям технологического процесса исключается образование взрывоопасной смеси в объеме, не превышающем 5% общего объема помещения (зоны);
- горючие газы и жидкости имеются в небольших количествах, а работа с ними проводится без применения открытого пламени.

Класс В-Ir - зоны с наружными установками, содержащими горючие газы или ЛВЖ.

Класс В-II - зоны помещений, в которых возможно образование взрывоопасных концентраций пыли или волокон с воздухом или другим окислителем при нормальных режимах работы.

Класс В-IIa - зоны, аналогичные зонам класса В-II, в которых взры-

воопасные концентрации пыли и волокон могут образовываться только в результате аварий или неисправностей.

Класс П-I - зоны помещений, в которых применяются или хранятся горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C .

Класс П-II - зоны помещений, в которых выделяются горючие пыль или волокна с нижним концентрационным пределом распространения пламени более 65 г/м^3 к объему воздуха.

Класс П-IIa - зоны помещений, в которых содержатся твердые или волокнистые горючие вещества, не способные переходить во взвешенное состояние.

Класс П-III – зоны, расположенные вне помещений, в которых применяются или хранятся горючие жидкости, а также твердые горючие вещества.

Класс зоны определяют технологи совместно с энергетиками проектной или эксплуатационной организации исходя из характеристики окружающей среды.

В зависимости от класса взрывоопасных и пожароопасных зон производится выбор электрооборудования, устанавливаемого в этих зонах. В соответствии с ПУЭ в пожароопасных зонах устанавливается электрооборудование закрытого типа, внутреннее пространство которого отделено от внешней среды оболочкой. Аппаратуру управления и защиты, светильники рекомендуется применять в пыленепроницаемом исполнении. Вся электропроводка должна иметь надежную изоляцию.

Во взрывоопасных зонах следует устанавливать взрывозащищенное оборудование, изготовленное в соответствии с ГОСТ 12.2.020-76. Пусковую аппаратуру, магнитные пускатели для классов В-I и В-II необходимо выносить за пределы взрывоопасных зон. Проводка во взрывоопасных помещениях должна прокладываться в металлических трубах. Может использоваться бронированный кабель. Светильники для классов В-I, В-II, В-IIa должны иметь взрывозащищенное исполнение.

5.8 Примеры решения задач

Пример 1

Рассчитать систему защитного заземления, выполненную из вертикальных труб, соединенных ленточной шиной.

Характеристики заземляющего устройства:

- длина трубы $L = 2,4$ м;
- диаметр трубы $d = 0,05$ м;
- расстояние между трубами $a = 2,4$ м;
- величина заглубления $h = 0,8$ м;
- ширина полосы $b = 0,8$ м;
- коэффициент сезонности $\eta_c = 1,2$;
- удельное сопротивление чернозема $\rho = 200$ Ом*м.

Решение. Расчет заземления осуществляется в такой последовательности:

- определяют расчетное удельное сопротивление грунта;
- рассчитывают сопротивление растеканию тока одного вертикального заземлителя;
- определяют необходимое количество заземлителей и ориентировочное их расположение по периметру помещения или в ряд, расстояние между ними (расстояние между заземлителями и расположение их в ряд или по контуру могут быть заданы);
- рассчитывают сопротивление растеканию тока соединительной шины;
- рассчитывают общее сопротивление заземляющего устройства с учетом соединительной шины.

Расчетное удельное сопротивление грунта, Ом*м, определяют по формуле

$$\rho_p = \rho \Phi, \quad (44)$$

где ρ - удельное сопротивление грунта по измерениям или ориентировочно по данным таблицы И.2;

Φ - климатический коэффициент, который зависит от характера грунта и его влажности во время измерений (см. табл. И.2 приложения И).

Сопротивление растеканию тока, Ом, одного вертикального стержневого (трубчатого) заземлителя при углублении (таблица И.3)

$$R_{од} = \frac{\rho_p}{2 \pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+1}{4t-1} \right), \quad (45)$$

где l - длина заземлителя, м;

d - диаметр заземлителя, м;

h - углубление заземлителя, м;

t - расстояние от поверхности земли к середине заземлителя, м.

Ориентировочное количество вертикальных заземлителей, шт.,

$$n' = \frac{R_{од}}{R_H}, \quad (46)$$

где R_H - наибольшее допустимое сопротивление заземляющего устройства (в соответствии с Правилами устройства электроустановок $R_H = 4$ Ом).

Путем расположения полученного количества заземлителей на плане определяют ориентировочно расстояние между ними и коэффициент использования вертикальных заземлителей η (таблица И.4) в зависимости от количества стержней и отношения расстояния между ними к их длине.

Необходимое количество заземлителей с учетом коэффициента использования η

$$n = \frac{R_{од}}{R_H \eta}. \quad (47)$$

Сопротивление растеканию тока соединительной шины при углублении с учетом коэффициента его использования $\eta_{ш}$ (таблица И.5), Ом,

$$R_{ш} = \frac{\rho_p}{2 \pi L \eta_{ш}} \ln \frac{2L^2}{bh}, \quad (48)$$

где L — длина шины, м;

b - ширина шины, м;

h - глубина закапывания шины, м.

Длина шины определяется по формуле:

$$L = 1,05 a n, \quad (49)$$

где a - расстояние между заземлителями, м.

Общее сопротивление сложного заземляющего устройства, Ом,

$$R = \frac{1}{\frac{\eta_{ш}}{R_{ш}} + \frac{n \eta}{R_{од}}} \leq R_{н} . \quad (50)$$

Если общее сопротивление больше нормативного, необходимо увеличить количество заземлителей или изменить их расположение.

Определяем сопротивление растеканию тока одиночного заземлителя по формуле (45):

$$R'_T = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2L}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+L}{4t-L} \right) = 13,27 \times (4,564 + 0,309586) = 64,671 \text{ Ом},$$

$$\text{где } t = \frac{1}{2}L + h = 1,2 + 0,8 = 2 \text{ м}.$$

Определяем сопротивление одиночного заземлителя R_T с учетом коэффициента сезонности η_c по формуле

$$R_T = R'_T \eta_c = 64,671 \times 1,2 = 77,6 \text{ Ом}.$$

Определяем условное (приближенное) количество труб:

$$n_{\text{усл}} = \frac{R_T}{R_{н}} = \frac{77,6}{4} \approx 20,$$

где $R_{н} = 4$ Ом – согласно ПУЭ.

По величине $n_{\text{усл}} = 20$, отношению $\frac{a}{l} = 1$ (расстояние между трубами к их длине) и таблице приложения И.4 определяем коэффициент экранирования труб: $\eta_{эТ} = 0,54$.

Определяем окончательное (уточненное) количество труб n исходя из соотношения $n_{\text{усл}} = \eta_{эТ} n$ с округлением до целого числа в большую сторону:

$$n = \frac{n_{\text{усл}}}{\eta_{эТ}} = \frac{20}{0,54} \approx 37.$$

Рассчитываем длину соединительной полосы по формуле

$$L_n = 1,05an = 1,05 \times 2,4 \times 37 = 93,24 \text{ м,}$$

где a - расстояние между трубами;

n - количество труб.

Сопротивление растеканию тока полосы определяем по формуле

$$R'_n = \frac{\rho}{2\pi L_n} \ln \frac{2L_n^2}{bh} = 4,5082 \text{ Ом.}$$

Вычисляем сопротивление растеканию тока полосы с учетом коэффициента сезонности:

$$R_n = R'_n \eta_c = 4,5082 \times 1,2 = 5,4098 \text{ Ом.}$$

По величине $n_{\text{учл}} = 20$, отношению $\frac{a}{l} = 1$ (расстояние между трубами к их длине) и таблице приложения И.5 определяем коэффициент экранирования соединительной полосы: $\eta_{\text{ЭП}} = 0,4$.

Вычисляем сопротивление растеканию тока всего заземляющего устройства:

$$R_z = \frac{1}{\frac{\eta_{\text{ЭП}}}{R_n} + \frac{n\eta_{\text{ЭГ}}}{R_{\Gamma}}} = \frac{1}{0,07393 + 0,2574} = 3,0181 \leq R_n = 4.$$

Полученное значение сопротивления растеканию тока всего заземляющего устройства меньше требуемого (нормируемого) значения, следовательно, заземляющее устройство рассчитано правильно.

Разработанные мероприятия по улучшению условий труда на рассматриваемых рабочих местах обеспечивают выполнение требований к воздуху рабочей зоны, уровню шума, освещению, электробезопасности, пожарной безопасности, организации рабочего места в соответствии с нормативными требованиями.

Пример 2

Потребитель электроэнергии подключен к сети с изолированной нейтралью, произошло замыкание одного из фазных проводов на заземленный корпус. При каком значении сопротивления изоляции напряжение

прикосновения человека, касающегося заземленного корпуса, равно длительно допустимому значению?

Дано: $U_{л}=380$ В; $R_{L1}=R_{L2}=R_{L3}=R$; $R_h=1$ кОм; $R_3=4$ Ом.

Решение. В данном случае значение тока I_3 , стекающего в землю через заземлитель, зависит от значений сопротивления изоляции фаз относительно земли, определяется:

$$I_3 = \frac{U_{\phi}}{R_3 + \frac{R}{3}} = \frac{U_{л}}{\sqrt{3} \cdot (R_3 + \frac{R}{3})}, \quad (51)$$

Значение напряжения прикосновения человека, касающегося заземленного корпуса, равно в данном случае значению потенциала на заземлителе:

$$U_{ч} = I_3 R_3. \quad (52)$$

По условиям задачи значение напряжения прикосновения может равняться длительно допустимому значению $U_{д.доп}$, т.е.

$$I_3 R_3 = U_{д.доп}. \quad (53)$$

Из полученного уравнения определяем искомые значения сопротивлений изоляции фаз:

$$\frac{U_{л}}{\sqrt{3} \cdot (R_3 + \frac{R}{3})} R_3 = U_{д.доп};$$

$$U_{л} R_3 = U_{д.доп} \sqrt{3} (R_3 + \frac{R}{3});$$

$$U_{л} R_3 - U_{д.доп} \sqrt{3} R_3 = U_{д.доп} \sqrt{3} \frac{R}{3};$$

$$R = \frac{R_3 \sqrt{3}}{U_{д.доп}} (U_{л} - \sqrt{3} U_{д.доп}).$$

Подставив в последнее выражение значение длительно допустимого напряжения $U_{д.доп} = 36$ В, получим искомое значение сопротивления изоляции фаз:

$$R = \frac{4 \cdot \sqrt{3}}{36} (380 - \sqrt{3} \cdot 36) = 61,3 \text{ Ом.}$$

Пример 3

Определить допустимое время срабатывания УЗО (в предположении, что оно может быть установлено) для случая прикосновения человека к проводу сети с изолированной нейтралью при нормальном режиме.

Параметры сети: $U_{\text{Л}} = 380 \text{ В}$, $R_{\text{Л1}} = R_{\text{Л2}} = R_{\text{Л3}} = R = 200 \text{ кОм}$; $C_{\text{Л1}} = C_{\text{Л2}} = C_{\text{Л3}} = C = 10 \text{ мкФ}$; сопротивление тела человека $R_h = 2 \text{ кОм}$.

Решение. Так как по условию задачи емкость фазных проводов относительно земли $C = 10 \text{ мкФ}$ весьма большая, то влиянием их полного сопротивления на значение тока через тело человека при прямом однофазном прикосновении можно пренебречь и определить его по формуле

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{ч}}} = \frac{220}{2} = 110 \text{ мА}.$$

Время срабатывания УЗО определяется из соотношения

$$I_{\text{ч.макс}} = \frac{50}{T}.$$

Исходя из того, что в данном случае $I_{\text{ч макс}} = 110 \text{ мА}$,

$$T = \frac{50}{110} = 0,45 \text{ с}.$$

5.9 Контрольные вопросы и задания

- 1 Охарактеризовать действие электрического тока на организм человека. В чем оно проявляется?
- 2 Перечислить и охарактеризовать виды электротравм.
- 3 Охарактеризовать факторы, определяющие опасность поражения человека электрическим током.
- 4 Что такое шаговое напряжение и напряжение прикосновения?
- 5 Дать сравнительную характеристику по степени опасности электрических сетей с изолированной и глухозаземленной нейтралью.
- 6 Сети с каким режимом нейтрали источника напряжения являются более безопасными? Почему?
- 7 Какие меры применяются для профилактики электротравматизма?

8 Охарактеризовать организационные и технические мероприятия профилактики электротравматизма.

9 Перечислить и охарактеризовать технические мероприятия по профилактике электротравматизма при нормальных режимах работы.

10 Перечислить и охарактеризовать технические мероприятия по профилактике электротравматизма при аварийных режимах работы.

11 Охарактеризовать систему электрозащитных средств.

12 Проведение каких организационно-технических мероприятий обеспечивает безопасную эксплуатацию электроустановок?

13 Рассчитать защитное заземление для электросети с глухозаземленной нейтралью, напряжение в сети 380В. Тип заземляющего устройства вертикальный, длина трубы $L = 5$ м, диаметр трубы $d = 0,03$ м, заглубление $h = 0,8$ м, расстояние между трубами $a = 2,4$ м, ширина полосы $b = 0,7$ м. Тип грунта – супесок, климатическая зона – II, влажность грунта средняя.

14 Определить значение тока, проходящего через тело человека, если человек прикоснулся к заземленному корпусу электроустановки, на который произошло замыкание одного из фазных проводов сети с глухозаземленной нейтралью (380/220 В).

6 ОХРАНА ТРУДА ПРИ РАБОТЕ НА ПЭВМ

6.1 Анализ условий труда при работе на ПЭВМ

На пользователя ПЭВМ воздействуют различные **группы факторов** трудовой среды [16, 19]:

- факторы производственной среды;
- факторы трудового процесса (тяжесть и напряженность труда);
- внутренние средства деятельности (производственный опыт человека, его функциональное состояние);
- внешние средства деятельности (рабочее место, пульт управления, СОИ, основное и вспомогательное оборудование);
- социально-психологические аспекты трудовых взаимоотношений.

Специфика использования ПЭВМ состоит в том, что в процессе диалога человека и машины пользователь воспринимает интеллектуальную

машину как равноправного собеседника. Поэтому возникает много совершенно новых психологических и психофизиологических проблем, суть которых нужно учитывать при проектировании трудового процесса. Другой **особенностью** является значительная информационная нагрузка. Значительная нагрузка на центральную нервную и зрительную системы вызывает повышение нервно-эмоционального напряжения, и, как следствие, негативно влияет на сердечно-сосудистую систему. Важной стороной функционирования организма пользователя является влияние на него **комплекса факторов** трудовой среды, включающих действие электромагнитных волн разных частотных диапазонов, статического электричества, шума, микроклиматических факторов и др. Воздействие этого специфического комплекса может оказать на здоровье человека отрицательное влияние. При работах с использованием компьютеров возникает целый ряд **эргономических проблем**, решение которых может значительно снизить нагрузку. В этом случае имеются в виду только вопросы конструирования рабочего места пользователя и не охватываются вопросы формирования рационально построенных символов на экране и других, изменение которых возможно только при конструировании новой техники. Работа пользователя ЭВМ чаще всего проходит при активном взаимодействии с другими людьми. Поэтому возникают вопросы межличностных взаимоотношений, включающие как психологические, так и социально-психологические аспекты. Таким образом, на пользователя ЭВМ воздействуют **4 группы факторов трудовой среды**: физические, эргономические, информационные и социально-психологические [36].

Все факторы производственной среды в соответствии с классификацией по ГОСТ 12.0.003-74 подразделяют на опасные и вредные факторы. При работе на ПЭВМ существует возможность воздействия следующих **опасных** производственных факторов [1, 19]:

- возможность возникновения пожаров;
- воздействие электрического тока;
- возможность механического травмирования (падения, ушибы и др.);
- ожоги в результате случайного контакта с горячими поверхностями внутри лазерного принтера.

Вредные производственные факторы подразделяют на физические, химические, биологические и психофизиологические производственные

факторы. В процессе работы на пользователя ПЭВМ оказывают действие следующие **физические** производственные факторы:

- повышенный уровень электромагнитного излучения;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенные уровни запыленности воздуха рабочей зоны;
- повышенное содержание положительных и отрицательных ионов в воздухе рабочей зоны;
- пониженная или повышенная влажность воздуха рабочей зоны;
- пониженная или повышенная подвижность воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума;
- повышенный или пониженный уровень освещенности;
- нерациональная организация освещения рабочего места (повышенный уровень прямой и отраженной блескости, повышенный уровень ослепленности, неравномерность распределения яркости в поле зрения, повышенная яркость светового изображения, повышенный уровень пульсации светового потока).

Химические производственные факторы определяются характеристикой соответствующего рабочего окружения. Контакт с веществами, специфичными для рабочих мест с ПЭВМ (тонер, озон при работе лазерных принтеров) в правильно проветриваемых помещениях ниже предельного уровня и не представляет опасности, однако он может стать опасным в плохо вентилируемом помещении, содержащем несколько лазерных принтеров и копировальных машин.

К **психофизиологическим** производственным факторам относятся:

- напряжение зрения;
- напряжение внимания;
- интеллектуальные и эмоциональные нагрузки;
- длительные статические нагрузки;
- монотонность труда;
- большие информационные нагрузки;
- нерациональная организация рабочего места.

Вероятность воздействия **биологических** факторов (повышенное содержание в воздухе рабочей зоны микроорганизмов) возрастает в переполненных и неправильно вентилируемых помещениях.

Пользователи ПЭВМ в основном подвергаются воздействию физических и психофизиологических производственных факторов. Рассмотрим их более подробно [1, 16, 19, 36, 37].

Электромагнитные поля и излучения

Основными составляющими частями персонального компьютера (ПК) являются: системный блок (процессор), разнообразные устройства ввода/вывода информации (клавиатура, дисковые накопители, принтер, сканер), средство визуального отображения информации (монитор или дисплей). Монитор, как правило, сконструирован на основе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ). ПК часто оснащают сетевыми фильтрами, источниками бесперебойного питания и другим вспомогательным электрооборудованием. Все эти элементы при работе ПК формируют сложную электромагнитную обстановку на рабочем месте пользователя (таблица 35). Компьютер является источником **электромагнитных полей (ЭМП)** в диапазоне от 3 Гц до 300 МГц, которые могут быть разделены по их физическим свойствам на электростатическое, переменное электрическое и переменное магнитное. ПК является источником **нескольких видов** электромагнитных полей и излучений: мягкого рентгеновского, ультрафиолетового, инфракрасного, видимого, низкочастотного, сверхнизкочастотного и высокочастотного.

Наличие в помещении нескольких компьютеров со вспомогательной аппаратурой и системой электропитания создает сложную картину электромагнитного поля (рисунок 30).

Основным источником **электростатического поля (ЭСП)** является положительный потенциал, подаваемый на внутреннюю поверхность экрана для ускорения электронного луча. ЭСП образуется за счет разности потенциалов экрана монитора и человека. На его величину оказывают существенное влияние потенциалы окружающих предметов и влажность воздуха (при влажности выше 50% ЭСП практически отсутствует). Напряженность поля может колебаться от 8 до 75 кВ/м. Заметный вклад в общее ЭСП вносят электризующиеся от трения поверхности клавиатуры и мыши. Эксперименты показывают, что даже после работы с клавиатурой, электростатическое поле быстро возрастает с 2 до 12 кВ/м. На отдельных рабочих местах в области рук регистрировались напряженности статических электрических полей более 20 кВ/м.

Таблица 35 – Источники ЭМП персонального компьютера

Источник		Диапазон частот
Монитор	Сетевой выпрямитель блока питания	50 Гц
	Статический преобразователь напряжения в импульсном блоке питания	20 - 100 кГц
	Блок кадровой развертки и синхронизации	48 - 160 Гц
	Блок строчной развертки и синхронизации	15 – 110 кГц
	Ускоряющее анодное напряжение монитора (только для мониторов с ЭЛТ)	–
Системный блок (процессор)		50 Гц - 3000 МГц
Устройства ввода/вывода информации		- , 38 кГц
Источники бесперебойного питания		50 Гц, 20-100 кГц

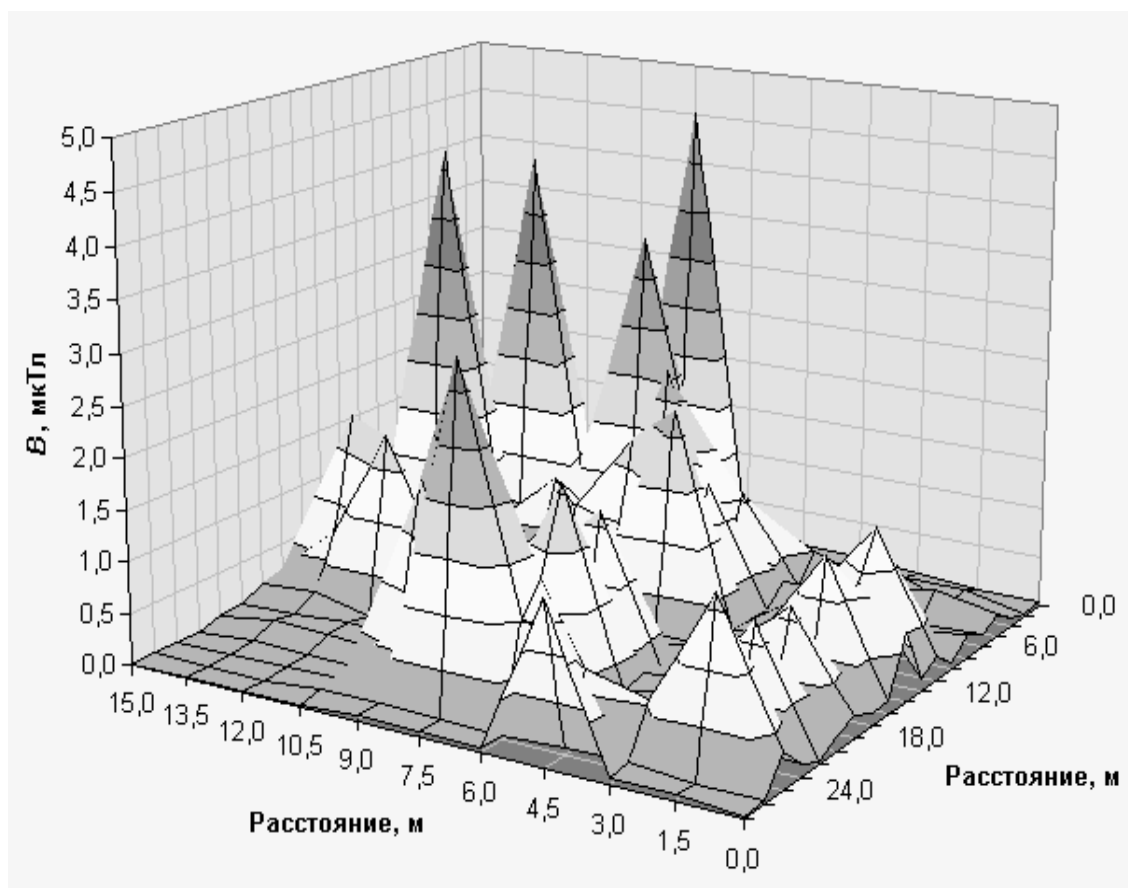


Рисунок 30 – Пример типичного распределения электромагнитного поля

Рентгеновское излучение возникает при столкновении пучка электронов с внутренней поверхностью экрана ЭЛТ, покрытой слоем люмино-

фора. Поля **сверхнизких частот** (до 2 кГц) и **низких частот** (до 400 кГц) присутствуют всегда при работе электрооборудования. **Оптическое** излучение возникает в результате взаимодействия электронов со слоем люминофора. В процессе работы монитора возникают также **ультрафиолетовые** и **инфракрасные** излучения. Источниками **высокочастотных** излучений являются монитор и системный блок.

Реальная интенсивность, напряженность, уровень и другие параметры каждого вида ЭМП **зависят** от технических характеристик ПК (особенно монитора), режима работы, расположения рабочего места в помещении и многих других факторов. Исследования показали [16, 36], что уровни рентгеновского, оптического, ультрафиолетового и инфракрасного излучений, как правило, не превышают допустимых значений. Однако до тех пор, пока не будет изучено комплексное влияние этих факторов на человека, необходимо принимать меры предосторожности.

Установлено [16], что ЭМП негативно влияют на **центральную нервную систему**, вызывая головные боли, головокружения, тошноту, депрессию, бессонницу, отсутствие аппетита, возникновение синдрома стресса. Причем нервная система реагирует даже на короткие по продолжительности воздействия относительно слабых полей: изменяется гормональное состояние организма, нарушаются биотоки мозга. Особенно страдают от этого процессы обучения и запоминания. Низкочастотное ЭМП может явиться причиной **кожных заболеваний** (угревая сыпь, экзема, розовый лишай и др.), болезней **сердечно-сосудистой системы** и **кишечно-желудочного тракта**; оно воздействует на белые кровяные тельца, что приводит к возникновению опухолей, в том числе и злокачественных. Особое внимание исследователи уделяют влиянию ЭМП **на женщин** в период беременности. Статистика свидетельствует, что работа за компьютером нарушает нормальное течение беременности, повышает вероятность выкидыша и часто является причиной появления на свет детей с врожденными пороками, из них наиболее существенными бывают дефекты развития головного мозга. **Электростатическое поле** большой напряженности способно изменять и прерывать клеточное развитие, а также вызывать катаракту с последующим помутнением хрусталика.

Монитор, сконструированный на основе ЭЛТ, не является единственным устройством для отображения информации [16, 19]. **Жидкокри-**

сталлические мониторы имеют гораздо меньший по спектру и мощности букет излучений, причем основная его часть приходится на видимый свет. Идеально плоская поверхность позволяет избежать искривления линий, мерцание дисплея значительно ниже, чем у электронно-лучевой трубки, поэтому нагрузка на зрение пользователя будет ниже, а продуктивность — выше. Такие мониторы удобно использовать в условиях высокой запыленности воздуха или, наоборот, в помещениях с повышенными требованиями к чистоте, поскольку они не накапливают вокруг себя пыль, которую усердно собирают ЭЛТ благодаря электростатическому полю.

Зрительный дискомфорт

Работа на ПК предполагает визуальное восприятие отображенной на экране монитора информации, поэтому значительной нагрузке подвергается зрительный аппарат. Факторами, наиболее сильно влияющими на зрение, являются [16]:

- **несовершенство способов создания** изображения на экране монитора (неоптимальные параметры схем развертки ЭЛТ; несовместимость параметров монитора и графического адаптера; недостаточно высокое разрешение монитора, расфокусировка, несведение лучей и низкий уровень других его технических характеристик; избыточная или недостаточная яркость изображения);

- **непродуманная организация** рабочего места, которая является причиной наличия бликов на лицевой панели экрана, отсутствия необходимого уровня освещенности рабочих мест, несоблюдения расстояния от глаз оператора до экрана.

В результате влияния перечисленных факторов у пользователей ПЭВМ могут возникать:

- проблемы со зрением (синдром дискомфорта глаз), вызванные излишней визуальной нагрузкой, продолжительной концентрацией на экране, неподходящим углом зрения, плохим освещением, отблесками, мерцанием изображения, плохой комбинацией цветов;

- астенопические симптомы (напряжение глаз, боль в глазах, головная боль);

- окулярные симптомы (сухие глаза, раздраженные глаза, слезящиеся глаза);

- визуальные симптомы (расплывчатое изображение, двойное изображение, остаточное изображение);
- проблемы, связанные с ношением очков (особенно мультифокальных) и контактных линз (в случае сухости глаз).

Симптомы нарушения зрения или состояния глаз можно условно разделить на две группы: глазные (боль, раздражение, жжение, краснота, зуд) и зрительные (пелена перед глазами, двоение или мелькание). По данным ВОЗ глазные и зрительные нарушения наблюдаются у 40 - 92 % пользователей ПЭВМ время от времени, а у 10 – 40 % – ежедневно [36].

Шум

Уровень шума на компьютеризованном рабочем месте обычно намного меньше предельно допустимого, однако даже негромкий шум (особенно на высоких тонах) от принтеров и мониторов может восприниматься как раздражающий фактор. **Действие** шума наряду со специфическим воздействием на орган слуха может вызвать трудности в качественном распознавании и скорости восприятия цветовых сигналов, снижает остроту зрения и зрительную адаптацию, нарушает восприятие визуальной информации, снижает способность быстро и точно выполнять координированные движения, уменьшает на 5—12% производительность труда [16, 19]. Основными источниками шума являются вентиляторы системного блока, накопители, принтеры ударного действия.

Воздух рабочей зоны

Немало исследований посвящено определению химического состава воздуха на рабочих местах с ПЭВМ. Отмечено увеличение концентрации CO_2 до 0,19% (в атмосферном воздухе CO_2 содержится 0,03%), выявлены диоксин и фуран (входят в состав пластмасс, из которых изготовлены электронные платы и корпус дисплея), отмечено увеличение концентрации полихромовых бифенилов (могут выделяться конденсаторами и трансформаторами). Концентрация перечисленных веществ чаще всего не превышала ПДК. В то же время всеми исследованиями отмечено превышение относительно ПДК содержания в воздухе озона, оксида азота и пыли. Наибольшую опасность представляет озон, являющийся канцерогенным веществом.

Основными источниками озона являются ЭЛТ монитора и лазерные принтеры [16, 19].

Исследования воздуха на рабочих местах с ПЭВМ показали также изменение его ионного состава: концентрация отрицательных ионов снижается (через 3 часа работы приближается к нулю), концентрация положительных ионов соответственно повышается. Повышенное содержание положительных ионов в воздухе отрицательно влияет на физическую работоспособность, развитие утомления, на деятельность сердечно-сосудистой системы, бронхолегочного аппарата, вегетативной нервной системы. В то же время отмечено благоприятное влияние отрицательных ионов [19, 36].

Нагрузка на опорно-двигательную систему

При работе в положении сидя большинство групп мышц находится в **постоянном напряжении**, что приводит к быстрой утомляемости, способствует развитию профессиональных патологических изгибов позвоночника. Неправильное расположение дисплеев по высоте: слишком низкое, под неправильным углом — является основной причиной появления сутулости; слишком высокое положение дисплея приводит к длительному напряжению шейного отдела позвоночника, которое может привести к развитию остеохондроза. Ненормальное состояние позвоночника (неправильная осанка, различного рода искривления, смещение или деформация межпозвонковых дисков) может стать причиной заболевания всего организма.

Интенсивная работа **с клавиатурой** вызывает болевые ощущения в локтевых суставах, предплечьях, запястьях, в кистях и пальцах рук. Это может стать источником тяжелых профессиональных заболеваний рук. Комплекс этих заболеваний получил общее название «травмы повторяющихся нагрузок» (ТПН). Работа с клавиатурой является причиной 12 % профессиональных заболеваний, вызванных повторяющимися движениями. Заболевания, связанные с повторяющимися движениями, охватывают болезни нервов, мышц и сухожилий рук. Наиболее часто страдают кисть, запястье и предплечье, хотя бывает, что болезнь затрагивает плечевую и шейную области. У операторов компьютеров заболевание обычно наступает в результате непрерывной работы на неудобно или неправильно расположенной клавиатуре. В отличие от сердечных приступов и приступов головной боли ТПН представляет собой травму накапливающихся недомога-

ний. Легкая боль в руке, если ее вовремя не вылечить, может в конечном итоге привести к полной инвалидности.

Таким образом, костно-мышечные нарушения у пользователей ПЭВМ в основном связаны:

- с нерациональной позой, которая усугубляется отсутствием учета эргономических требований;
- с повторяющимися движениями при работе на клавиатуре или с мышкой;
- с ограниченной общей двигательной активностью (гиподинамией).

Информационные и психоэмоциональные нагрузки

При работе на ПЭВМ нередко не учитываются психофизиологические возможности человека, отсутствуют системы контроля состояния его ведущих физиологических показателей. В результате человек бесконтрольно подвергается высоким информационным нагрузкам, психоэмоциональным напряжениям, перенапряжению зрительной системы. Все это, повторяясь изо дня в день, приводит к развитию вначале функциональных, а затем и соматических нарушений.

К **факторам**, влияющим на состояние здоровья, относятся [16]:

- информационные перегрузки мозга в сочетании с постоянным дефицитом времени;
 - длительный дефицит информации, имеющей сигнальное значение;
 - постоянное изменение приемов и сложности работы со средствами труда (операционные системы, редакторы, базы данных, языки программирования, разнообразные прикладные программы и т. д.);
- экстренные изменения межличностных взаимодействий, вызванных созданием новых микро- и макроколлективов в течение небольших отрезков времени;
 - нарушение биологических ритмов организма, обусловленное сменными или ненормированными режимами труда;
 - условия длительной информационной изоляции, обусловленные индивидуальным характером труда на ПЭВМ;
 - частичная двигательная инактивация и др.

Под влиянием этих факторов возникает возможность развития информационных **нервных перенапряжений**. Высокие информационные

нагрузки в условиях дефицита времени и высокой мотивации являются причиной развития хронического эмоционального напряжения. На ранних этапах оно играет биологически положительную роль (мобилизация ресурсов организма), но при длительном действии ведет к возникновению **патологических** последствий. При работе на ПЭВМ нагрузка на различные сенсорные каналы перераспределяется **неравномерно** и ложится, как правило, на зрение. Напряженная зрительная работа отрицательно влияет на функциональное состояние **органа зрения** и, как следствие, на общее функциональное состояние головного мозга. Информационный фактор негативно воздействует и на сердечно-сосудистую систему и систему кровообращения [36].

Работа на ПЭВМ связана с воздействием ряда стрессогенных факторов, которое приводит к возникновению физиологических, психологических и поведенческих изменений, расстройству здоровья. **Психоэмоциональный стресс** способствует или является причиной многих функциональных нарушений и заболеваний:

- психосоматических (психозов, неврозов, нарушений сна);
- сердечно-сосудистой системы (аритмии, гипертонической болезни, инфаркта миокарда);
- язвенно-дистрофических поражений желудочно-кишечного тракта;
- снижения иммунитета, развития предрасположенности к вирусным и многим инфекционным заболеваниям, аутоиммунным процессам;
- ревматических поражений и остеохондрозов;
- онкологических;
- гормональных расстройств и нарушений половых функций и т. д.

Воздействие рассмотренных факторов приводит к возникновению различных жалоб и нарушений здоровья. Характеристика основных жалоб операторов ПЭВМ приведена в таблице 36 [19]. Как видно из таблицы, увеличение времени работы приводит к значительному ухудшению здоровья.

Длительное пребывание человека в зоне комбинированного воздействия различных неблагоприятных факторов может привести к развитию общих заболеваний, профессиональных или профессионально обусловленных заболеваний. Данные о заболеваемости пользователей ПЭВМ (с разной длительностью работы) приведены в таблице 37. Основное место занимают

болезни сердечно-сосудистой системы и заболевания органов пищеварения (хронические гастриты, холециститы) [36].

Таблица 36 – Характеристика жалоб операторов ПЭВМ

Симптомы влияния компьютера	Количество работников, имеющих симптомы, от общего количества опрошенных, %		
	Стаж работы		
	До 1 года	1-3 года	3-5 лет
Боль и резь в глазах	58,8	67,5	88,7
Головная боль	17,6	23,3	42,5
Боль в области спины и шеи	18,5	21,2	32,2
Общее утомление	29,4	25,7	42,6
Утомление мышц рук	15,1	22,3	38,7
Повышенная раздражительность	11,7	21,6	35,3
Нарушение ночного сна	8,3	15,5	20,6
Ухудшение памяти	7,2	12,3	17,1

Таким образом, можно выделить следующие основные нарушения здоровья пользователей ПЭВМ [16, 19, 36]:

- зрительный дискомфорт и болезни органов зрения;
- перенапряжение опорно-двигательной системы;
- расстройства ЦНС и болезни сердечно-сосудистой системы;
- заболевания кожи;
- нарушение репродуктивной функции.

Кроме того, выявлено негативное влияние на другие системы организма – снижение иммунитета, атеросклероз, аритмия, гипертония, инфаркт миокарда, болезни органов пищеварения, застойные процессы в области малого таза и др.

Нарушения здоровья и заболевания пользователей ПЭВМ являются, как правило, результатом воздействия не какого-либо отдельного фактора, а всего комплекса. Так, поражения кожи многие авторы связывают с наличием электростатического поля и воздействием психоэмоционального

стресса, гинекологические нарушения – с комплексным влиянием электромагнитных полей, стресса, застойных явлений и других компонентов трудовой среды [16, 19, 36, 49].

Таблица 37 – Уровень заболеваний, %, людей с разной длительностью использования ПЭВМ

Состояние здоровья	Пользователи ПЭВМ			Контрольная группа
	1-я группа	2-я группа	3-я группа	
Функциональные нарушения ЦНС	15,6	8,2	6,3	2,7
Болезни системы кровообращения	57,7	60,3	29,2	23,0
Болезни органов дыхания	20,0	21,7	11,2	4,1
Болезни органов пищеварения	40,0	38,6	29,8	18,9
Здоровые	6,7	20,1	29,8	46,6

Примечание. Длительность работы: 1-я группа – более 6 часов в день, 2-я группа – от 4 до 6 часов в день, 3-я группа – менее 2 часов в день.

Среди пользователей ПК выявлен новый тип заболевания — **синдром компьютерного стресса**, который сопровождается головной болью, воспалением глаз, аллергией, раздражительностью, вялостью и депрессией [16].

Симптомы заболевания разнообразны и многочисленны:

- **физические недомогания** (сонливость, утомляемость, непроходящая усталость, даже после отдыха; головные боли после работы; боли в нижней части спины, в области бедер, в ногах; чувство покалывания, онемения, боли в руках, запястьях и кистях; напряженность мышц верхней части туловища - шеи, спины, плеч, рук);
- **заболевания глаз**: быстрая утомляемость, чувство острой боли, жжение, зуд, слезливость; частое моргание, ощущение натертости;

– **нарушения визуального восприятия:** неясность зрения на дальнем расстоянии сразу после работы за компьютером («пелена перед глазами»); неясность зрения на близком расстоянии (изображение на экране плохо фокусируется зрительной системой); неясность зрения усиливается в течение дня; возникновение двойного зрения (изображение на экране двоится); очки становятся «слабыми» (необходимость смены очков); головные боли; медленная рефокусировка; косоглазие;

– **ухудшение сосредоточенности и работоспособности** (очень часто оказывается следствием визуальных нарушений): сосредоточенность достигается с трудом (невозможно сохранить внимательность в течение длительного времени); раздражительность во время и после работы; потеря рабочей точки на экране, пропуски строк, слов, ввод повторных строк; ошибки при заполнении колонок («непопадание»), перестановка слов или цифр местами.

Причинами проявления перечисленных симптомов, по мнению медиков, являются пять основных факторов:

- неправильная работа глаз и неверное положение тела;
- ношение несоответствующих очков или контактных линз;
- неправильная организация рабочего места;
- суммирование физических, умственных и визуальных нагрузок;
- низкий уровень визуальной подготовленности к работе с компьютером.

Существует небезосновательное мнение, что путем исключения отрицательных факторов воздействия можно снизить вероятность возникновения синдрома компьютерного стресса до минимума.

Необходимо сказать хотя бы несколько слов о **виртуальной реальности**, новом шаге в развитии взаимодействия «человек — компьютер». Это технология, позволяющая моделировать виртуальный (искусственно созданный, но воспринимаемый как реальный) мир по заранее заданным законам и получить возможность почувствовать себя внутри разработанного трехмерного мира. Но применение виртуальной реальности имеет неоднозначную оценку. Не рассматривая философскую и нравственную сторону вопроса, взглянем на интересующее нас явление с точки зрения медицины. Уровень качества массовых игровых виртуальных систем пока еще очень

низок: разрешение мониторов невысокое, частота смены кадров такова, что глаза очень сильно устают, болят, нет настройки на особенности зрения каждого участника. В дополнение к сложностям со зрением возникают проблемы с координацией движений вплоть до необратимых нарушений вестибулярного аппарата. Виртуальная реальность — актуальная тема для психиатрии, так как привычка к иллюзорной действительности может отбить желание у человека возвращаться к действительности настоящей.

Психологи обнаружили новое заболевание — **компьютероманию**. При чрезмерном увлечении компьютерами (хакеры, интернетоманы, энтузиасты виртуальной реальности) возникают существенные изменения как в состоянии здоровья, так и в психическом состоянии человека. По мнению психологов, это увлечение столь же разрушительно, как алкоголизм или наркомания. Оно ведет к глубоким изменениям личности — самоизоляции, потере внутренних ориентиров, неуравновешенности психики, рассеянности, неряшливости, наплевательскому отношению к окружающим.

Учет уровня и специфики воздействия негативных факторов на работоспособность и здоровье пользователей компьютеров позволит конструировать рациональную трудовую среду, в которой человек не только сохранит свое здоровье, но и сможет производительно трудиться.

6.2 Общая характеристика мероприятий по профилактике нарушений здоровья пользователей компьютеров

Анализ условий труда пользователей ПЭВМ позволяет определить направления профилактики нарушений здоровья. Основными **направлениями профилактики** являются следующие [16, 19]:

- рациональная организация режима труда и отдыха;
- рациональная организация рабочего пространства;
- технические средства профилактики;
- медицинские способы обеспечения здоровья и оптимальной работоспособности.

Рассмотрим **правовое обеспечение** мероприятий по охране труда пользователей компьютеров.

Требования к предъявляемой информации и другим характеристикам работы пользователей ЭВМ нормированы в **международных документах**. В настоящее время существует несколько международных организаций, занимающихся разработкой нормативных документов для пользователей ЭВМ. Наиболее полным регламентирующим документом является ISO 9241 (ISO - международная организация по стандартизации) [19].

Монитор как источник электромагнитного излучения оказывает негативное воздействие на организм человека. Поэтому с целью снижения риска для здоровья различными организациями были разработаны рекомендации по максимально допустимым параметрам излучений мониторов. Самыми распространенными и известными являются стандарты, разработанные в Швеции, – MPR и TCO. Цель стандартов – гарантировать пользователям компьютеров безопасную работу. Суть стандартов состоит не только в определении допустимых значений различного типа излучений, но и в определении минимально допустимых технических параметров мониторов, например, поддерживаемых разрешений, интенсивности свечения люминофора, запаса яркости, энергопотребления и т.д. Кроме того, в документах TCO приводятся подробные методики тестирования мониторов. В состав разработанных TCO рекомендаций сегодня входят четыре стандарта: TCO 92, TCO 95, TCO 99 и самый новый – TCO 03. Цифры означают год принятия стандартов. Большинство измерений во время тестирований на соответствие стандартам TCO проводятся на расстоянии 30 см спереди от экрана и на расстоянии 50 см вокруг монитора. Для сравнения: во время тестирования мониторов на соответствие стандарту MPR II все измерения производятся на расстоянии 50 см спереди экрана и вокруг монитора. Таким образом, стандарты TCO более жесткие, чем MPR II. Также надо отметить, что чем больше год принятия TCO, тем жестче его требования.

Рассмотрим основные отличия последней редакции стандарта TCO 03 от его предшественника – TCO 99. Изменения коснулись только эргономических и экологических требований к мониторам. Все допустимые уровни электромагнитного и электростатического излучения, а также методы их измерений остались на уровне TCO 99.

Перечень **основных отличий** TCO 03:

- более точно определяет максимальный размер пикселей монитора в зависимости от размера диагонали экрана (только для плоскопанельных мониторов) – размеры экрана монитора, соответствующего ТСО 03, однозначно определяют минимальное допустимое количество расположенных на нем пикселей (для 15" - не менее 1024x768, для 17"-19" - не менее 1280x1024);
- увеличивает достижимый уровень максимальной яркости мониторов (для TFT-панелей – не менее 150 кд/м², в ТСО 99 этот показатель был не менее 125 кд/м²);
- ужесточает требования по неравномерности яркости, контрастности и цветопередачи по всей поверхности экрана монитора;
- устанавливает требования по обязательной поддержке монитором стандартной международной технологии цветопередачи;
- определяет максимальный уровень неравномерности цветопередачи при углах обзора монитора в секторе 30°;
- расширяет таблицу соответствия диагонали монитора и поддерживаемого разрешения для частот регенерации экрана не менее 85 Гц (только для CRT-мониторов). Теперь она имеет такой вид: 15" – 800x600, 16-17" – 1024x768, 18-19" – 1152x864, 20-22" – 1280x1024, более 22" – 1600x1200;
- устанавливает требование о возможности регулировки наклона монитора в вертикальной плоскости не менее чем на 15° (только для CRT-мониторов);
- более четко определяет предельное отношение отраженной яркости лицевых кромок монитора и яркости самого экрана;
- более четко определяет экологические требования – установлены предельно допустимые количества кадмия, ртути и свинца, содержащихся в мониторах, установлены нормы максимального выделения ряда летучих органических веществ из пластмассы корпусов.

Основным документом, регламентирующим трудовые отношения в нашей стране, является Закон Украины “Об охране труда”. Этот закон определяет положения о реализации конституционного права граждан на охрану их жизни и здоровья в процессе трудовой деятельности, регулирует отношения между работодателем и работником по вопросам безопасности,

гигиены труда и производственной среды и устанавливает единый порядок организации труда в Украине.

Нормативными документами по обеспечению охраны труда пользователей ПЭВМ являются «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» (НПАОП 0.00-1.31-99) и «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» (ДСанПіН 3.3.2-007-98).

В состав НПАОП 0.00-1.31-99 входят следующие разделы:

- общие положения;
- требования к производственным помещениям;
- требования к оборудованию;
- требования к размещению оборудования и организации рабочих мест;
- требования безопасности при эксплуатации, обслуживании, ремонте и наладке ЭВМ;
- режим труда и отдыха;
- требования к производственному персоналу;
- обязанности, права и ответственность за нарушения Правил.

ДСанПіН 3.3.2-007-98 состоит из следующих разделов:

- общие положения;
- требования к производственным помещениям для эксплуатации ВДТ ЭВМ и ПЭВМ;
- гигиенические требования к параметрам производственной среды помещений с ВДТ ЭВМ и ПЭВМ;
- гигиенические требования к организации и оборудованию рабочих мест с ВДТ ЭВМ и ПЭВМ;
- требования к режиму труда и отдыха при работе с ВДТ ЭВМ и ПЭВМ;
- требования к профилактическим медицинским осмотрам.

Кроме того, в документ включен ряд **приложений**, содержащих нормативные значения параметров производственной среды (параметры микроклимата, уровни ионизации воздуха, уровень шума, вибрации, параметры электромагнитных излучений и электростатических полей), комплексы физических упражнений для глаз, рук, позвоночника, упражнения

для улучшения мозгового кровообращения, методика проведения психологической разгрузки.

Кроме основных нормативных документов существует целый ряд нормативных актов **общего назначения** (приложение М). Наибольший интерес представляют методики оценки условий труда и рекомендации по проведению эргономического анализа рабочего места.

Работа на компьютере при условии соблюдения требований НПАОП 0.00-1.31-99 и ДСанПиН 3.3.2-007-98 не относится к категории вредных и тяжелых, следовательно, доплата за работу в этих условиях не предусмотрена. Однако работники, которые постоянно работают на ПЭВМ, имеют право на ежегодный **дополнительный отпуск** за особый характер труда продолжительностью до 4 календарных дней в соответствии со «Списком производств, работ, профессий и должностей работников, работа которых связана с повышенной нервно-эмоциональной и интеллектуальной нагрузкой», утвержденного Кабинетом Министров от 17.11.97 г. № 1290.

Требования к работникам, выполняющим работы, связанные с эксплуатацией, обслуживанием, наладкой и ремонтом ПЭВМ:

- обязательный медицинский осмотр;
- отсутствие медицинских противопоказаний;
- обучение и проверка знаний по охране труда.

К работам по обслуживанию, наладке и ремонту ПЭВМ допускаются лица, имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже III (НПАОП 0.00-1.31-99).

Для организации безопасной эксплуатации, обслуживания, ремонта и наладки ПЭВМ необходимую помощь оказывает «Типовая инструкция по охране труда для пользователей ПЭВМ» [1, 19].

6.3 Режим труда и отдыха при работе на ПЭВМ

Режим труда и отдыха — это распорядок, регламентирующий определенное чередование времени работы и отдыха на протяжении смены, недели, месяца, года.

Основными **целями** разработки рациональных режимов труда и отдыха являются обеспечение высокой работоспособности, сохранение

здоровья работника, создание благоприятных условий для развития его личности, а также эффективное использование производственных мощностей.

Психофизиологическое **обоснование** режимов труда и отдыха выступает как определенные ограничения по человеческому фактору — учет требований физиологии и психологии труда, динамики работоспособности человека, необходимости полностью восстановить работоспособность за время отдыха.

При разработке режимов труда и отдыха должен учитываться ряд **общих требований**, а именно [31, 53]:

- рациональное чередование работы и отдыха на всех работах и для всех групп работников;
- учет психофизиологических особенностей отдельных половозрастных групп (прежде всего, подростков, а также женщин — беременных, имеющих малолетних детей);
- установление времени на отдых и организация его проведения с учетом испытываемых во время работы нагрузок, обусловленных условиями и содержанием труда;
- регламентация не только периодичности и продолжительности отдыха, но и его организации в течение смены;
- единство методов и принципов определения количества и продолжительности перерывов на отдых.

Сохранение высокой производительности труда пользователей ЭВМ может быть достигнуто методами установления **рационального режима** труда и отдыха путем [36]:

- создания организационных условий для постепенного вхождения в труд на начальной стадии работы - работу по возможности следует начинать с более простых операций, постепенно переходя к более сложным;
- планирования ритмичной работы;
- планирования режима отдыха работников, особенно во второй период рабочей смены, когда развивается утомление;
- учета того, что время на отдых должно использоваться в соответствии с характером выполняемой работы.

Режим труда и отдыха пользователей ПЭВМ определяется в зависимости от выполняемой работы в соответствии с ДСанПиН 3.3.2-007-98. Для сохранения здоровья, предупреждения профессиональных заболеваний и обеспечения оптимальной работоспособности необходимо предусматривать внутрисменные **регламентированные перерывы** для отдыха. Длительность этих перерывов определяется характером трудовой деятельности, тяжестью и напряженностью труда.

Виды трудовой деятельности разделяются на **три группы**:

- разработчики программ (инженер-программист);
- оператор ЭВМ;
- оператор компьютерного набора.

Длительность регламентированных перерывов за рабочую смену в зависимости от вида трудовой деятельности на ПЭВМ приведена в табл. 38.

Таблица 38 - Длительность регламентированных перерывов пользователей ПЭВМ в зависимости от категории работ

Категория работы	Общее время регламентированных перерывов	
	При 8-часовой смене	При 12-часовой смене
Разработчики программ	15 мин через каждый час работы	Первые 8 часов работы перерывы аналогичны 8-часовой смене, а в течение следующих 4 часов – 15 мин через каждый час работы
Операторы ЭВМ	15 мин через каждые 2 часа работы	
Операторы компьютерного набора	10 мин через каждый час работы	

В случае невозможности предоставления регламентированных перерывов по производственным обстоятельствам продолжительность непрерывной работы на ПЭВМ не должна превышать 4 ч.

Во время регламентированных перерывов с целью снижения развивающегося у пользователей нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устранения негативного влияния гиподинамии, предотвращения развития утомления целесообразно выполнять комплексы специальных профилактических упражнений, приведенных в приложении Л.

С целью уменьшения отрицательного влияния монотонности работы целесообразно применять **изменение** содержания и темпа работы. При высоком уровне напряженности работы на ПЭВМ необходимо проводить **психологическую разгрузку** (подраздел 6.6) в специально оборудованных помещениях во время регламентированных перерывов или в конце рабочего дня.

6.4 Организация рабочего пространства

Анализ особенностей труда пользователей ПЭВМ показал большое значение правильной организации рабочего места и необходимости соблюдения эргономических требований. Рациональная организация рабочего пространства при работе с ПЭВМ возможна только при выполнении **комплекса требований** [16, 19, 36]:

- требований к производственным помещениям;
- требований к организации рабочего места;
- требований к оборудованию.

Требования к помещениям

Под производственным помещением понимают замкнутое пространство в специально предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически (на протяжении рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей. Помещения для работы на ПЭВМ должны соответствовать требованиям СНиП 2.09.02-85, СНиП 2.01.02-85, НПАОП 0.00-1.31-99 и ДСанПиН 3.3.2-007-98.

Помещение должно быть просторное, иметь достаточную **площадь**, минимальная норма – 6 м² на одно рабочее место с ПЭВМ. Оно должно иметь достаточный **объем** (норма - 20 м³ на одно рабочее место), быть хорошо проветриваемым (табл. В.4 приложения В).

Работа на ПЭВМ по тяжести относится к категории Ia или Ib. Оптимальные и допустимые значения **параметров микроклимата** приведены в табл. В.1, В.2 приложения В. Содержание **вредных веществ** должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005-88: содержание озона не должно превышать 0,1 мг/м³; содержание оксидов азота — 5 мг/м³; содержание пыли — 4 мг/м³. Особое внимание необходимо уделять **ионному составу воз-**

духа. В НПАОП 0.00-1.31-99 регламентируются оптимальный, минимально необходимый и максимально допустимый уровни ионизации воздуха (таблица К.1 приложения К).

Для обеспечения нормированных значений микроклимата, содержания вредных веществ, ионного состава воздуха помещения для работы с ПЭВМ должны быть **оборудованы системами** отопления, кондиционирования воздуха или приточно-вытяжной вентиляции. Определить объем воздуха, который необходимо подать в помещения, можно из следующих соотношений (таблица В.5 приложения В):

- при объеме помещения до 20 м^3 на одного работающего, на каждого работника необходимо подавать не меньше $30 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- при объеме помещения $20\text{-}40 \text{ м}^3$ на одного работающего – не меньше $20 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- при объеме помещения больше 40 м^3 на одного работающего, наличии окон и отсутствии выделений вредных веществ допускается только естественная вентиляция помещения.

Расчет вентиляции помещения приведен в подразделе 2.4 (пример 3).

Необходимые концентрации положительных и отрицательных ионов в воздухе рабочей зоны можно обеспечить **применением**:

- генераторов отрицательных ионов;
- установок искусственного увлажнения;
- кондиционеров;
- механической вентиляции (проветривание, система общеобменной приточно-вытяжной вентиляции, устройство местной вентиляции);
- заземленных защитных экранов.

Важнейшее значение имеет организация **освещения**. Освещение помещения должно соответствовать требованиям СНиП II-4-79 и НПАОП 0.00-1.31-99. С учетом специфики зрительной работы с ПЭВМ наиболее пригодными являются помещения с односторонним расположением **окон**, причем желательно, чтобы площадь застекления не превышала 25-50%. Лучше всего, если окна ориентированы на север или северо-восток. Это даст возможность устранить нежелательное ослепляющее действие солнечных лучей. Окна необходимо оборудовать регулирующими устройствами (жалюзи, занавески, внешние козырьки). Коэффициент **естественной**

освещенности должен быть не менее 1,5%. Методика расчета системы естественного освещения приведена в справочной литературе [3, 39]. Для исключения попадания отраженных отблесков в глаза пользователей поверхности в помещении должны иметь матовую или полуматовую фактуру. Коэффициент отражения может составлять: для потолка – 0,7-0,8; стен – 0,5-0,6; пола – 0,3-0,5; других поверхностей – 0,4-0,5. **Искусственное освещение** помещений - общее равномерное с применением люминесцентных ламп, освещенность рабочих поверхностей должна составлять 300 – 500 лк. Общее освещение должно быть выполнено в виде сплошных или прерывистых линий светильников, размещаемых сбоку от рабочих мест (преимущественно слева). Допускается применение светильников следующих классов светораспределения: светильники прямого света, преимущественно прямого света и преимущественно отраженного света. Необходимо применять светильники с рассеивателями и зеркальными экранными сетками или отражателями, укомплектованные высокочастотными пускорегулирующими аппаратами. В качестве источника света предпочтительнее применять люминесцентные лампы типа ЛБ. Коэффициент запаса для осветительной установки следует принимать равным 1,4. Более подробные требования к освещению приведены в таблице К.2 приложения К. Расчет системы искусственного освещения люминесцентными лампами приведен в подразделе 6.7. Применение местного освещения разрешается только при работе с двумя носителями (бумажным и электронным, при этом преобладает работа с документами) или в случае невозможности обеспечения системой общего освещения требуемого уровня освещенности. Светильники местного освещения (допускается применение ламп накаливания) должны иметь полупрозрачный отражатель с защитным углом не менее 40°. Расчет освещения в этом случае проводят точечным методом (см. пример 5, подраздел 4.5).

Уровень шума на рабочих местах в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.003-89, НПАОП 0.00-1.31-99 и ДСанПиН 3.3.2-007-98 (табл. К.3 приложения К) не должен превышать:

- для программистов – 50 дБ·А;
- помещения управления, рабочие комнаты – 60 дБ·А;
- для операторов обработки информации на ПЭВМ и операторов

компьютерного набора – 65 дБ·А;

- в помещениях для размещения шумных агрегатов ЭВМ – 75 дБ·А.

Для достижения требуемого уровня применяют рациональное размещение рабочих мест в помещении и акустическую обработку помещения. В качестве средств шумопоглощения должны применяться не горючие или трудно горючие специальные перфорированные плиты, панели с максимальным коэффициентом звукопоглощения в пределах частот 31,5 – 8000 Гц. Кроме того, необходимо применять подвесные потолки с аналогичными свойствами (таблица К.4 приложения К). Пример расчета акустической обработки помещения приведен в подразделе 6.7.

Уровни **вибрации** в помещении не должны превышать требований ГОСТ 12.1.012-90 (таблица К.5 приложения К). Для снижения вибрации оборудование необходимо устанавливать на специальные амортизационные прокладки.

Параметры электромагнитного и электростатического полей на рабочих местах должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.006-84, 12.1.005-88, ГОСТ 12.1.045-84, НПАОП 0.00-1.31-99 и ДСанПиН 3.3.2-007-98 (таблица К.6 приложения К). Для профилактики неблагоприятного влияния **электромагнитного поля** необходимо [19]:

- использовать мониторы, соответствующие современным требованиям по защите от излучений (MPR II, TCO 99, TCO 03);
- устанавливать на монитор старой конструкции (выпуск до 1995 года) заземленный приэкраный фильтр;
- соблюдать требования по площади помещения, приходящейся на одно рабочее место с ПЭВМ;
- не концентрировать на рабочем месте большого количества радиоэлектронных устройств;
- выключать мониторы, на которых временно не работают, но находятся рядом с ними.

Для снижения влияния **электростатического поля** необходимо [19]:

- устанавливать нейтрализаторы статического электричества;
- поддерживать в помещении относительную влажность не ниже 45-50% (чем суше воздух, тем больше электростатический заряд);

- пол в помещении застелить антистатическим линолеумом и ежедневно проводить влажную уборку;
- ограничить количество полимерных материалов в помещении;
- протирать экран и рабочее место специальной антистатической салфеткой; для снятия заряда несколько раз в день мыть руки и лицо водой, а также периодически касаться металлических предметов.

Электробезопасность обеспечивается выполнением требований ПУЭ, ПТЭ, ПТБ, НПАОП 0.00-1.31-99, ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.1.030-87. Оборудование, электропровода и кабели по исполнению и степени защиты должны соответствовать классу зоны по ПУЭ, иметь аппаратуру защиты от тока короткого замыкания и прочих аварийных режимов. Линия электросети выполняется как отдельная групповая трехпроводная сеть, путем прокладывания фазового, нулевого рабочего и нулевого защитного проводников. Нулевой защитный проводник используется для заземления (зануления) электроприемников. Он прокладывается от стойки группового распределительного щита, распределительного пункта к розеткам питания. Не допускается подключение на щите к одному контактному зажиму нулевого рабочего и нулевого защитного проводников. Если в помещении одновременно эксплуатируется более пяти ПЭВМ, то на видном и доступном месте устанавливается аварийный резервный выключатель.

Пожарная безопасность обеспечивается выполнением требований Правил пожарной безопасности в Украине, НПАОП 0.00-1.31-99, ГОСТ 12.1.004-91. Здания и те их части, в которых располагаются ПЭВМ, должны иметь степень огнестойкости не ниже II. Помещения для обслуживания, ремонта и наладки должны относиться по пожаро-, взрывоопасности к категории В в соответствии с ОНТП 24-86, а по классу помещения – к II – IIa согласно ПУЭ. Помещения должны быть оснащены системой автоматической пожарной сигнализации с дымовыми извещателями и переносными углекислотными огнетушителями из расчета 2 штуки на каждые 20 м² площади помещения с учетом предельно допустимых концентраций огнетушащего вещества.

Недопустимо **располагать** помещения с ПЭВМ в подвалах и цокольных этажах. Они не должны граничить с помещениями, в которых уровни шума и вибрации превышают допустимые значения. Кроме того, недопу-

стимо расположение взрывных и пожароопасных помещений категории А и Б, а также производств с мокрыми технологическими процессами рядом с помещениями, где располагаются ЭВМ, а также над такими помещениями или под ними. Поверхность пола должна быть ровной, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, иметь антистатические свойства. Внутреннее обрамление помещений осуществляется материалами, которые не выделяют в воздух вредные химические вещества и разрешены учреждениями государственной санитарно-эпидемиологической службы.

Соответствующее **цветовое оформление** производственного помещения с учетом требований технической эстетики оказывает содействие повышению эффективности, безопасности и улучшению условий работы (таблица 3 подраздела 1.2). Цветовые тона в зависимости от оттенка разделяют на теплые (красный, оранжевый, желтый) и холодные (сине-фиолетовый, синий, сине-зеленый). Используя холодные или теплые цветные тона, можно "повысить" или "понизить" восприятие температуры воздуха в помещении. Подобным же образом с помощью "холодных" тонов можно понизить нервное напряжение, с помощью насыщенных "теплых" тонов - утомляемость от монотонности, с помощью зеленых тонов — влияние шума. Поверхности потолка желательно красить в светлые тона, близкие к белому, с коэффициентом отражения 0,7-0,8. Для окрашивания стен необходимо использовать цвета светлых тонов, с коэффициентом отражения 0,5-0,6. Весьма темная или светлая периферия за экраном монитора приводит к усталости зрительного анализатора. Следует иметь в виду, что нейтральные серо-зеленые тона являются наиболее желательными для окрашивания стен помещений с ПЭВМ, поскольку они не только благоприятно влияют на зрение, но и снимают общую усталость. Рекомендации по цветовому оформлению приведены в таблице К.7 приложения К.

При помещениях с ПЭВМ должны быть оборудованы комнаты для отдыха во время работы, приема пищи, психологической разгрузки и прочие **бытовые помещения**. Все эти помещения должны отвечать СНиП 2.09.04-87. В комнате психологической разгрузки следует предусмотреть места для занятий физической культурой.

Требования к организации рабочих мест

Правильная организация рабочих мест способствует устранению общего дискомфорта, уменьшению утомляемости работника, повышению его производительности. Проведенные исследования показывают, что при рациональной организации рабочих мест производительность работы возрастает на 15-25 % [19].

НПАОП 0.00-1.31-99 регламентирует требования к организации рабочего места пользователя ПЭВМ. Организация рабочего места предусматривает [16, 19, 36]:

- правильное размещение рабочего места в помещении;
- выбор обоснованного с точки зрения эргономики рабочего положения, производственной мебели с учетом антропометрических характеристик человека;
- рациональную компоновку оснащения на рабочих местах;
- учет характера и особенностей трудовой деятельности.

Организация рабочего места пользователя ПЭВМ должна обеспечивать **соответствие** всех элементов рабочего места и их взаимного расположения эргономическим требованиям ГОСТ 12.2.032-78, характеру и особенностям трудовой деятельности.

Лучше всего **размещать** рабочие места с ПЭВМ рядами, причем относительно окон они должны находиться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева. Это даёт возможность исключить зеркальное отражение на экране источников естественного света (окон) и попадание последних в поле зрения пользователей.

При размещении рабочих мест необходимо придерживаться следующих требований (таблица К.8 приложения К):

- рабочие места размещаются на расстоянии не меньше 1 м от стен со световыми проемами;
- расстояние между боковыми поверхностями мониторов должно быть не меньше 1,2 м;
- расстояние между тыльной поверхностью одного монитора и экраном другого не должно быть меньше 2,5 м;
- проход между рядами рабочих мест должен быть не меньше 1 м.

При необходимости высокой концентрации внимания во время вы-

полнения работ с высоким уровнем напряженности рабочие места необходимо отделять одно от другого перегородками высотой 1,5 - 2 м.

Выбор эргономически обоснованного рабочего положения. По литературным данным [36] при правильной организации рабочего места производительность труда машинисток возрастает на 30 – 40 %, операторов ЭВМ – от 8 до 20 %. Одним из основных требований является полное соответствие средств оснащения РМ содержанию выполняемых с их помощью задач и характеристикам человека. Обеспечение этого невозможно без выбора рациональной конструкции производственной мебели.

Исходя из общих принципов организации рабочего места систематизированы факторы, которые оказывают влияние на конструкцию производственной мебели: рабочая поза, поддержка веса тела, высота, глубина и ширина сидения, стабилизация корпуса, спинка стула, форма и наклон поверхности сидения, подлокотники, высота поверхности стола, расстояние от пола до нижней части крышки стола. Основные принципы конструирования рабочего стола и стула для наглядности представлены на рисунке 31 [19].

Конструкция **рабочего стола** должна отвечать современным требованиям эргономики и обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности всего оснащения и используемых приспособлений с учетом их размеров и конструктивных особенностей. Высота рабочей поверхности стола должна быть в пределах 680 - 800 мм, а ширина и глубина - обеспечивать возможность выполнения операций в зоне достижимости моторного поля (рисунки 2 и 3 подраздела 3.3). Рекомендованные размеры стола: ширина 600 - 1400 мм, глубина 800 - 1000 мм. Рабочий стол должен иметь **пространство для ног**, может быть оборудован подставкой для ног. Рекомендации по высоте стола и пространству для ног в зависимости от роста человека приведены в таблице К.9 приложения К.

Подставка для ног должна быть шириной не менее 300 мм и глубиной не менее 400 мм, с возможностью регулирования высоты в пределах 150 мм и угла наклона опорной поверхности — в пределах 20°. Подставка должна иметь рифленую поверхность и бортик на переднем крае высотой 10 мм. Применение подставки для ног теми, у кого ноги не достают пола, если рабочее сиденье находится на высоте, нужной для обеспечения оптимальной рабочей позы, является обязательным.



1 — расстояние от стола до сидения, соответствующее высоте размещения локтей; 2 — пространство под столом для размещения ног; 3 — пространство между бедром и поверхностью для исключения сжатия тканей; 4 — закругленные края, исключающие локальное давление на нижнюю поверхность бедер; 5 — пространство позади коленных суставов, позволяющее полностью использовать глубину кресла; 6 — пространство позади копчика, позволяющее полностью использовать глубину кресла; 7 — профиль спинки и высота ее размещения, отвечающие кривизне поясничной области; 8 — лопатки, которые должны быть выше спинки стула

Рисунок 31 – Основные принципы конструирования рабочего места

Рабочий стул пользователя ПЭВМ должен иметь такие основные элементы: сиденье, спинку и стационарные или съемные подлокотники. Конструкция рабочего стула должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы во время выполнения основных производственных операций, создавать условия для изменения позы. Поэтому стул должен быть подъемно-поворотный и регулироваться по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, высоте подлокотников. Регулирование каждого параметра может быть независимым, плавным или ступенчатым, иметь надежную фиксацию.

Ширина и глубина сиденья должны быть не менее 400 мм. Высота поверхности сиденья может регулироваться в границах 400-500 мм, а угол

наклона поверхности – от 15° вперед до 5° назад. Поверхность сиденья может быть плоской, передний край – округленный. Высота спинки сиденья должна составлять 300 ± 20 мм, ширина – не менее 380 мм, радиус кривизны в горизонтальной плоскости – 400 мм. Угол наклона спинки должен регулироваться в границах $0-30^\circ$ относительно вертикального положения. Расстояние от спинки к переднему краю сиденья должно регулироваться в границах 260—400 мм. Основные размеры стула в зависимости от роста человека приведены в таблице К.10 приложения К.

Для снижения статического напряжения мышц рук необходимо применять стационарные или съемные **подлокотники** длиной не меньше 250 мм, шириной 70 мм, которые регулируются по высоте над сиденьем в пределах 230 ± 30 мм и по расстоянию между подлокотниками в пределах 350–500 мм.

Сиденье, спинка и подлокотники стула должны быть полумягкими, нескользкими, такими, которые не электризуются, с воздухопроницаемым покрытием, материал которого обеспечивает возможность легкой очистки от загрязнения.

Конструкция производственной мебели должна обеспечивать поддержание **оптимальной рабочей позы** (рисунок 32) [16, 19]:

- ступни ног на полу или на подставке для ног, бедра – в горизонтальной плоскости, верхние (плечевые) части рук - вертикальные;
- угол локтевого сустава (между плечом и предплечьем) – $70-90^\circ$;
- запястья согнуты под углом не более 20° относительно горизонтальной плоскости;
- наклон головы вперед в пределах $15 - 20^\circ$ к вертикали.

При отсутствии рабочего стула с требуемыми параметрами рекомендуют использовать клинообразную подушку (рисунок 33). Она помогает избежать негативных последствий сидячего положения, так как при таком положении центр тяжести тела смещается вперед и, следовательно, уменьшается давление на нижнюю часть спины [16].

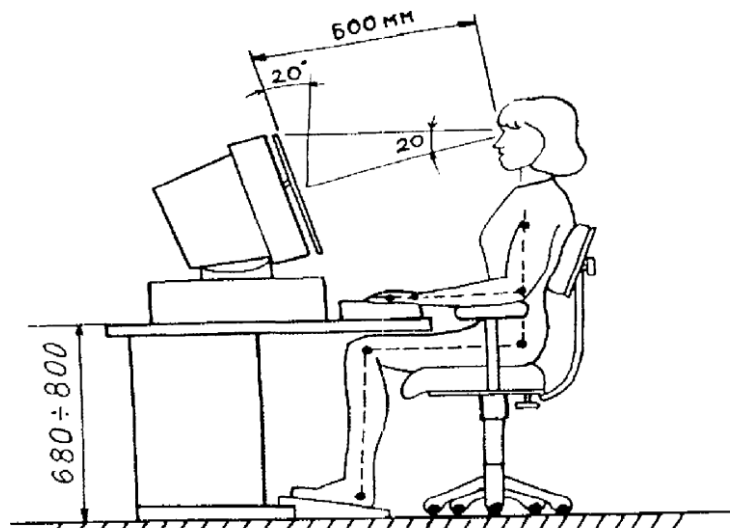


Рисунок 32 – Некоторые эргономические характеристики рабочего места с ПЭВМ

Компоновка оснащения на рабочих местах. Оборудование на рабочем месте может быть довольно разнообразным и определяется содержанием задач, которые выполняются с его помощью. Базовыми элементами считаются монитор, клавиатура (основное оборудование) и пюпитр (держатель) для документов (вспомогательное оборудование). Именно от их правильного размещения на рабочем месте весомо зависят работоспособность, затраченные усилия при выполнении работы, динамика развития усталости, общее функциональное состояние организма пользователя.



Рисунок 33 – Клинообразная подушка для сохранения правильной позы

Расположение экрана монитора должно обеспечивать удобство зрительного наблюдения в вертикальной плоскости под углом $\pm 30^{\circ}$ от линии зрения пользователя (рисунок 4, подраздел 3.3). Наилучшие зрительные

условия и возможность распознавания знаков достигается такой геометрией размещения, когда верхний край монитора находится на высоте глаз, а взгляд направлен вниз, на центр экрана. Поскольку наиболее благоприятным считается наклон головы вперед приблизительно на 20° от вертикали (при таком положении головы мышцы шеи расслабляются), то экран также должен быть наклоненным назад на 20° от вертикали.

Экран монитора и клавиатура должны располагаться на оптимальном расстоянии от глаз пользователя, но не ближе 600 мм, с учетом размера буквенно-цифровых знаков и символов. Рекомендуемые расстояния в зависимости от размера экрана приведены в таблице 39.

Таблица 39 - Расстояния от экрана до глаз пользователя в зависимости от размера экрана монитора

Размер экрана по диагонали	Расстояние от экрана до глаз, мм
35/38 см (14"/15")	600—700
43 см (17")	700—800
48 см (19")	800—900
53 см (21")	900—1000

Клавиатуру необходимо размещать на поверхности рабочего стола, не допуская ее качания. Вместе с тем должна быть предусмотрена возможность ее перемещения и поворотов. Угол наклона клавиатуры может быть в границах $5-10^{\circ}$. Если в конструкции не предусмотрена площадка для опоры ладоней, то клавиатуру следует располагать на расстоянии не менее 100 мм от края стола, в оптимальной зоне моторного поля. Допускается размещать клавиатуру на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности отдельно от стола.

Рабочее место с ПЭВМ следует оснащать **пюпитром** (держателем) для документов, который легко перемещается. Он должен быть подвижным и устанавливаться вертикально (или с наклоном) на том уровне и расстоянии, что и монитор. Для облегчения чтения рекомендуется использовать прозрачную линейку, которая легко передвигается по строкам. Поверхность пюпитра должна быть матовой для устранения отражения света при маленьких размерах документа.

Размещение **принтера** или другого устройства ввода-вывода информации на рабочем месте должно обеспечивать хорошую видимость экрана, удобство ручного управления устройством ввода-вывода информации в зоне достижимости моторного поля: по высоте 900-1300 мм, по глубине 400-500 мм. Под принтеры ударного действия необходимо подкладывать вибрационные коврики для гашения вибрации и шума.

Требования к оборудованию

ПЭВМ, специальные периферийные устройства и другое оборудование должны отвечать требованиям действующих в Украине стандартов, нормативов по охране труда и НПАОП 0.00-1.31-99. Кроме того, оборудование заграничного производства должно дополнительно соответствовать требованиям национальных стандартов государств-производителей и иметь соответствующий знак на корпусе, в паспорте или другом эксплуатационном документе.

Требования к **визуальным характеристикам** монитора в соответствии с НПАОП 0.00-1.31-99 приведены в таблице 40.

Таблица 40 – Требования к мониторам

Наименование параметра	Значение параметра
Яркость знака (яркость фона), кд/м ²	35 – 120
Внешняя освещенность экрана, лк	100 – 250
Контраст (для монохромных изображений)	От 3:1 до 1,5:1
Неравномерность яркости в РЗ экрана	Не более 1,7:1
Отклонение формы РЗ экрана от прямоугольности: - по горизонтали и вертикали - по диагонали	Не более 2% Не более 4%
Разница длин строк или столбцов	Не более 2% среднего значения
Размер минимального элемента (пикселя) для монохромного изображения, мм	0,3

Продолжение таблицы 40

Наименование параметра	Значение параметра
Допустимая временная нестабильность изображения (мигание)	Не должна быть зафиксирована 90% людей
Отношение ширины знака к его высоте для больших букв	0,7 – 0,9
Изменчивость размера знака	Не более 5% высоты
Ширина линии контура знака	0,15-0,1 высоты знака
Модуляция относительной яркости раstra: - для монохромного изображения - для цветного изображения	Не более 0,4 Не более 0,7
Расстояние между строками	Не менее ширины контура знака или одного элемента изображения

Допустимые значения электромагнитного излучения (НПАОП 0.00-1.31-99):

- напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг монитора по электрической составляющей должна превышать:
 - в диапазоне частот от 5 Гц до 2 кГц – 25 В/м,
 - в диапазоне частот от 2 до 400 кГц – 2,5 В/м;
- плотность магнитного потока не должна превышать:
 - в диапазоне частот от 5 Гц до 2 кГц – 250 нТл,
 - в диапазоне частот от 2 до 400 кГц – 25 нТл;
- поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500 В;
- мощность дозы рентгеновского излучения на расстоянии 5 см от экрана и других поверхностей монитора не должна превышать 100 мкР/год.

Требования к клавиатуре:

- выполнение клавиатуры в виде отдельного устройства с возможностью свободного перемещения;
- наличие опорного устройства, которое дает возможность изменять угол наклона клавиатуры в пределах от 5 до 15° и изготовлено из материала с большим коэффициентом трения, препятствующего его перемещению;
- высота на уровне переднего ряда не больше 15 мм;
- выделение цветом и местом расположения отдельных групп клавиш;
- наличие углублений в середине клавиш;
- одинаковый ход всех клавиш с минимальным сопротивлением нажиму 0,25 Н и максимальным — не более 1,5 Н;
- выделение цветом на клавишах символов разных алфавитов.

Принято считать, что при выводе на экран только текста (компьютерная подготовка текстовых оригиналов, компьютерный набор, компьютерное редактирование текста) целесообразно использовать **монохромное** изображение. Применение **цветного** изображения, вызывающее большее напряжение зрительного анализатора, имеет преимущество лишь в том случае, когда многоцветность помогает воспринимать и различать изображение. Кроме того, при наборе текста из документа лучше использовать **позитивное изображение** на экране. Это даст возможность уменьшить перадаптацию зрительного анализатора, а значит и его утомляемость, поскольку на все трех (документе, клавиатуре и экране) будет одинаковый контраст «черное по белому». Негативное изображение целесообразно использовать в тех случаях, когда освещенность рабочего места невысокая и если зрительная работа ограничивается экраном монитора.

Суммируя вышесказанное и рекомендации по обеспечению оптимальной рабочей позы (табл. 20 подраздела 3.3), можно выделить следующий ряд требований, которым должно удовлетворять **идеальное рабочее место** пользователя ПЭВМ:

- достаточная освещенность рабочего места, отсутствие бликов на поверхности экрана;

- оптимальное расстояние от глаз оператора до экрана монитора и документов, оптимальное направление линии зрения;
- возможность перевода взгляда на дальний предмет, отсутствие сильных контрастов между рабочим местом и окружающей средой;
- правильные подбор рабочей мебели, обеспечивающей необходимую позу человека, угол наклона его туловища и функционирование его организма (регулярное дыхание, расслабленное состояние);
- размещение оборудования на рабочем месте, обеспечивающее рациональные правильные рабочие движения, правильное положение рук при работе на клавиатуре.

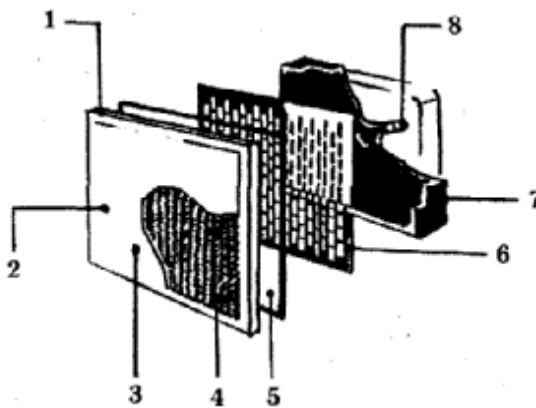
6.5 Технические средства профилактики нарушений здоровья

В мировой практике профилактика нарушений состояния здоровья пользователей ПЭВМ в техническом плане осуществляется по двум направлениям [16, 19, 36]:

- усовершенствование конструкции аппаратного обеспечения, в первую очередь монитора;
- разработка и применение защитных средств.

Совместная работа по **совершенствованию конструкции** оборудования способствовала появлению целого ряда технических решений. **Корпуса дисплеев** стали экранировать за счет напыления внутри на корпус металлического слоя толщиной в несколько микрон, который эквивалентен целому саркофагу из металла. В результате применения данной технологии электрическое и электростатическое поля удалось снизить до фоновых значений уже на расстоянии 5-7 см от корпуса, а в объединении с **системой компенсации** магнитного поля такая конструкция дисплея обеспечивает максимальную безопасность пользователю.

Произошли изменения в конструкции **электронно-лучевой трубки**. Вместо люминофора появились многослойные экраны, которые поглощают большую часть излучений, имеют антибликовые свойства и хорошую разрешающую способность (рисунок 34).



1 – абсолютно плоский экран; 2 – слой инварного покрытия;
 3 – защитное стекло; 4 – слой люминофора; 5 – решетка,
 предупреждающая искажения; 6 – плоская маска; 7 – трубка;
 8 – электронная пушка с улучшенным фокусом

Рисунок 34 – Электронно-лучевая трубка современного дисплея

Изменилась и **форма экранов** – они стали абсолютно плоскими. Конструкторы Samsung предложили бесконечно плоский экран (специально искривленная поверхность экрана), что позволяет снизить искажение изображения и утомление зрительного анализатора.

Ведущие производители мониторов (Samsung, LG Electronics, Daewoo, Panasonic, Philips и др.) постоянно ведут работу по совершенствованию характеристик своих изделий не только с целью достижения новых технических возможностей отображения информации, но и для создания максимально комфортных и безопасных условий труда пользователей ПК. Основные **направления** работы:

- увеличение четкости и яркости изображения;
- обеспечение стабильности изображения;
- снижение бликов на экране.

Четкость изображения зависит от **разрешающей способности** (числа дискретных элементов изображения, воспроизводимых монитором по горизонтали и вертикали). Чем выше разрешающая способность, тем точнее и четче изображение на экране. Для этого проводятся работы по использованию более мелкодисперсного люминофора, совершенствованию конструкции щелевой маски или апертурной решетки, улучшению качества

фокусировки электронных лучей. Не менее важным показателем является отсутствие **мерцания изображения**. Эффект стабильного изображения создается как результат взаимодействия двух факторов: инерционности зрения человека и инерционности монитора. Инерционность монитора определяется типом люминофора ЭЛТ. Крайняя нижняя граница **частоты смены кадров**, определенная по методике MPR, равняется 76 Гц для позитивного изображения и 67 Гц – для негативного. Повышение частоты смены кадров является наряду с улучшением разрешения одним из основных направлений совершенствования мониторов. У современных мониторов эта частота при разрешении 800x600 достигает 110-160 Гц. Но разрешающая способность и частота смены кадров — параметры взаимосвязанные: увеличение разрешающей способности влечет за собой уменьшение частоты кадровой развертки. **Яркость** монитора зависит от интенсивности электронного пучка (регулируется соответствующими органами настройки экрана) и типа маски. Для повышения качества изображения, **для уменьшения бликов**, а также предотвращения накапливания статического заряда на поверхности экрана монитора на переднее стекло ЭЛТ наносятся специальные покрытия: антиотражающие, антибликовые, антиореольные, антистатические, комбинированные. Покрытия несколько снижают яркость и контрастность изображения и влияют на цветопередачу, но обеспечивают удобство работы благодаря отсутствию бликов и пыли на поверхности экрана.

С точки зрения технических решений необходимо отметить **жидкокристаллические** мониторы, которые в настоящее время находят широкое применение и имеют уже приемлемую цену. Конструкция их также постоянно совершенствуется в направлении уменьшения размера пикселя и быстрого действия его обновления.

Примерами совершенствования конструкции аппаратного обеспечения являются разработка **эргономической клавиатуры** и создание **оптической мыши**. Эргономическая клавиатура удобна для работы, снижает нагрузку на руки, но требует некоторого привыкания. Основное преимущество оптической мыши - сочетание простого, функционального дизайна и современных технических параметров.

Таким образом, благодаря техническому усовершенствованию можно достигнуть весомого уменьшения влияния на пользователей неблагоприят-

ных производственных факторов. Однако пока определенные несовершенства элементов компьютеров приходится компенсировать применением соответствующих **защитных способов**.

Разработка защитных средств в настоящее время осуществляется по двум **направлениям**:

- защитные экраны (фильтры) различной конструкции;
- устройства для снижения влияния электромагнитных излучений.

Современные дисплеи, соответствующие требованиям MPR II или одному из стандартов ТСО (92, 95, 99, 03) не требуют применения защитных экранов. Однако, учитывая то, что ныне еще эксплуатируется значительное количество разнообразных дисплеев, применение защитных экранов остается актуальным.

В зависимости от конструкции защитные фильтры можно разделить на следующие **группы**:

- **сетчатые** – ослабляют блики, улучшают контрастность изображения, компенсируют отраженные компоненты оптического излучения и экранируют ЭМП, но требуют компенсации потерь светового потока;

- **пленочные** – обеспечивают оптимальные оптические свойства (повышенный контраст, подавление бликов), значительно повышают контрастность изображения, практически полностью поглощают ультрафиолетовое излучение и снижают уровень рентгеновского излучения, но слабо защищают от статического электричества;

- **стеклянные** – обеспечивают видимость 95%, обладают всеми защитными свойствами, дорогостоящие и недоступные для широкого применения;

- **поляризационные** – высокие антибликовые характеристики, но слишком низкая механическая прочность и плохая теплопроводность, что приводит к короблению и деформации.

Сравнение технических характеристик некоторых защитных экранов приведено в приложении К (таблица К.11).

К устройствам для снижения влияния электромагнитных излучений относятся нейтрализатор (Бельгия) и защитное устройство «**Форпост-1**» (Украина). **Нейтрализатор** состоит из двух сфер (капсул), которые крепятся на корпусе возле экрана компьютера по диагонали. Под влиянием

внешнего электромагнитного излучения между сферами получается собственное поле, которое существенно (свыше 80%) уменьшает интенсивность внешнего электромагнитного излучения.

Принцип действия защитного устройства «**Форпост-1**» основано на создании защитной сетки – препятствия между пользователем и источником излучения. Защитное устройство является генератором правого торсионного поля электромагнитных излучений. Его размещают в зоне действия левого торсионного поля монитора, лучше перед экраном. Поля монитора и устройства компенсируют друг друга, а некомпенсированная часть отклоняется практически на 180° . Проведенные клинико-функциональные исследования подтвердили эффективность устройства "Форпост-1" с точки зрения медико-биологической защиты от электромагнитных излучений. Устройство имеет компактную округлую форму диаметром 5 см высотой 1 см, удобно в эксплуатации, не создает каких-либо помех в работе, не требует источника питания. Существуют данные об оздоровительном влиянии правого торсионного поля (снижение заболеваемости, более легкая форма протекания болезней), однако это требует проведения дальнейших исследований [37].

Известны также и другие защитные средства, большинство из которых призвано защищать биополе человека от разнообразных излучений и глаза – от чрезмерных нагрузок (специальная налобная повязка, спектральные компьютерные очки, аппараты аэропрофилактики, офтальмологические тренажеры).

6.6 Медицинские мероприятия профилактики

К медицинским профилактическим мероприятиям по сохранению здоровья и обеспечению оптимальной работоспособности пользователей ПЭВМ относят [16, 19]:

- медицинские осмотры;
- рациональное и профилактическое питание;
- общая и профилактическая гимнастика, психологическая разгрузка.

Медицинские осмотры. Согласно «Положению о медицинских осмотрах работников определенных категорий» люди, работающие с ПЭВМ, подлежат обязательному предварительному (до начала работы) и периодическому медицинским осмотрам. **Цель** предварительного осмотра – установление начального состояния здоровья работника и определение его физической и психической пригодности к работе по данной профессии. Цель периодического осмотра – выявление ранних симптомов заболеваний.

Противопоказания для данной работы с точки зрения состояния органов зрения (ДСанПіН 3.3.2-007-98):

- острота зрения не ниже 0,5 на одном и 0,2 на другом глазу;
- рефракция: миопия выше 6 Д, гипермиопия выше 4 Д, астигматизм (любого вида) выше 3 Д;
- отсутствие бинокулярного зрения;
- глаукома;
- заболевания зрительного нерва и сетчатки и др.

Общие (соматические) противопоказания:

- врожденные аномалии органов с выраженной недостаточностью их функций;
- заболевания ЦНС с выраженными нарушениями функций;
- хронические формы психических заболеваний;
- заболевания эндокринной системы;
- злокачественные опухоли;
- все заболевания системы крови;
- заболевания органов (легкие, желудок, почки, печень и др.);
- беременность и период кормления детей грудью;
- гинекологические заболевания.

Периодичность медицинского осмотра определяется с учетом конкретных неблагоприятных производственных факторов, обычно 1 раз в 2 года. В состав комиссии обязательно должны входить терапевт, невропатолог, офтальмолог, гинеколог (женщинам). При выявлении во время периодического осмотра заболеваний пользователи ПЭВМ должны быть взяты на диспансерный учет для обследования и лечения.

Рациональное и профилактическое питание. Известно, что здоровье человека в значительной степени зависит от его питания. Оно должно

быть организовано таким образом, чтобы обеспечить нормальное развитие и функционирование всего организма. Для этого рацион должен быть сбалансирован как по количественным, так и по качественным показателям в зависимости от потребностей человека, которые определяются характером выполняемой работы. Трудовая деятельность пользователей ПЭВМ характеризуется малыми энергетическими затратами на фоне значительного умственного и нервно-эмоционального напряжения. Следовательно, питание должно быть **рациональным**: калорийно ограничено, но качественно и полноценно [19].

Основу **профилактического** питания составляют продукты, содержащие витамины А, В₁, В₂ и В₁₂, которые имеют важное значение для нормального функционирования органов зрения. Недостаток витамина А и его провитамина каротина приводит к снижению адаптационных свойств глаз, развитию «куриной» слепоты, помутнению роговицы глаза. Суточная потребность составляет 1,5 - 2 мг (обычно 1 - 1,5 мг). Их основными источниками являются: морковь, красный перец, шпинат, абрикосы, зеленый горошек. Подсолнечное масло улучшает усвоение каротина в 4-5 раз. Нехватка витаминов группы В приводит к нарушению функций нервов глаз, снижению прозрачности оболочки и другим негативным последствиям. Витамин В₁ содержится в дрожжах, хлебном квасе, зерновых и бобовых культурах (низкого сорта), печени, нежирной свинине. Витамин В₂ содержится в яйцах, сыре, молоке, мясе, зерновых и бобовых культурах, арахисе, сое, зеленом горошке. Нехватка В₁₂ вызывает тяжелые формы анемии. Он содержится в продуктах животного происхождения, особенно в печени.

Исследования ряда авторов [49] показали, что у пользователей ПЭВМ возникает **дефицит минеральных веществ (МВ)** в организме, величина которого зависит от количества МВ до начала работы, времени работы, возраста человека. Это может быть связано с нарушением обмена веществ под действием излучений. В результате возникает ряд новых болезней, обостряются уже имеющиеся заболевания. В приложении К (таблица К.12) приведен перечень заболеваний, при лечении которых требуется повышенное потребление определенных минеральных веществ. Предлагаемый авторами выход – использование профилактического напитка. Состав напитка одинаковый для всех пользователей, доза зависит от возраста, продолжительности работы, состояния здоровья.

Физические упражнения. Несложные физические упражнения способствуют улучшению состояния организма, поддержанию высокого уровня работоспособности, сохранению здоровья. Самое главное значение – профилактика заболеваний. **Производственная гимнастика** позволяет компенсировать нехватку двигательной активности, особенно тех групп мышц, которые бездействуют. Вид упражнений, время и методика их выполнения зависят от особенностей труда, изменения состояния в течение рабочего дня.

Кроме производственной гимнастики необходимо проводить **специальные упражнения** для глаз и снятия умственного напряжения. Упражнения целесообразно проводить в различных условиях: во время коротких перерывов, во время работы, в перерывах, в дни отдыха. При этом вид упражнений желательно периодически (1 раз в 10-14 дней) изменять на другие из того же комплекса. Комплексы упражнений приведены в приложениях ДСанПіН 3.3.2-007-98 и достаточно широко описаны в литературе [16, 19, 49]. Некоторые из комплексов упражнений приведены в приложении Л.

Комплекс «физкультминуток» должен **включать** упражнения для общего воздействия, для улучшения мозгового кровообращения, для снятия утомления мышц плечевого пояса и рук, для снятия утомления туловища и ног. Каждый комплекс предусматривает различные упражнения, и выбор конкретного из них зависит от усталости определенных групп мышц. Комплекс **общего назначения** включает подъем на носках ног, поворот рук, поворот туловища, сгибание ног. Его целесообразно выполнять, когда нет достаточного времени для выполнения полного комплекса упражнений. Возможный вариант – ходьба на месте, поворот рук с прогибом туловища, поворот туловища и приседание. Комплекс **для улучшения мозгового кровообращения** включает наклоны и поворот головы, в результате которых оказывается механическое воздействие на кровеносные сосуды, вызов их расширения и повышения эластичности. Дыхательные упражнения предназначены для корректировки кровообращения и повышения его интенсивности. Комплексы **для снятия утомлений** с плечевого пояса и рук, с туловища и ног улучшают кровообращение, расслабляют группы мышц и соответствующие органы.

Профилактическая гимнастика состоит из шести комплексов упражнений: упражнения на расслабление, оздоровительные комплексы, упражнения для снятия усталости с определенных частей тела, упражнения для глаз, самомассаж окологлазных мышц, психофизическая разгрузка.

Гимнастику необходимо заканчивать за 2-3 мин до начала работы, так как после гимнастики рекомендуется кратковременный пассивный отдых. Комплекс упражнений рассчитан на практически здоровых людей. Он может применяться и при незначительных отклонениях в состоянии здоровья. При существенных отклонениях в состоянии здоровья (систематические боли в сердце, общая усталость, повышенное давление и др.) до начала выполнения упражнений их выбор, количество их исполнения и ритм необходимо определить на основании рекомендации лечащего врача.

Комплекс упражнений на расслабление является минимально необходимым перечнем физических упражнений, на выполнение которых необходимо затрачивать не более 2 мин. Его целесообразно выполнять через каждые 30-60 мин.

Психологическая разгрузка проводится в рабочее время в специально отведенных комнатах или на рабочем месте. Она необходима в период адаптации и повышенной нагрузки [49].

В период адаптации проводятся занятия, на которых рассматриваются технические возможности оборудования, их оптимальное размещение с целью создания безопасных условий труда, дается характеристика средств индивидуальной защиты, указывается назначение производственной гимнастики с уточнением применяемых комплексов и способов их выполнения, оказывается помощь в выборе конкретных упражнений. Приводятся данные о влиянии излучений на здоровье пользователя с указанием величин напряженности электромагнитного поля на конкретном рабочем месте и их сопоставимости с действующими нормативами. Уточняется режим труда и отдыха, время регламентных перерывов и их длительность.

В период **повышенной нагрузки** при выполнении гимнастических упражнений целесообразно отвлекать работников от производственной деятельности путем включения мелодичной музыки или звукового сопровождения шума леса, морского прибоя, пения птиц или формулы текста аутогенной тренировки.

Рассмотрим некоторые **практические советы**, которые помогут улучшить самочувствие пользователей ПЭВМ [16]. Из-за напряжения внимания человек начинает редко **моргать** (вредно для работы глаза), поэтому необходимо моргать осознанно, каждые 5 секунд, или активно «промаргиваться», когда ситуация по работе станет менее напряженной. Это не только способствует увлажнению роговицы и удалению отмерших ее клеток, но и массирует глазные яблоки, что также полезно. Дополнительно можно **помассировать** глазные яблоки пальцами, от внешнего угла к внутреннему, затем круговыми движениями внутрь - наружу. Веки при этом должны быть закрыты. Также полезно вращать глазами при закрытых веках. Разминка для **мышц аккомодации** (наведения на резкость хрусталика) заключается в следующем: встать перед окном, из которого видно далеко вдаль, и поочередно сфокусировать взгляд то на раме окна (ближнее зрение), то на горизонте.

Обобщая вышесказанное, можно дать следующие **общие рекомендации** при работе с компьютерами [16]:

- правильная рабочая поза – не сутулиться, не прогибать позвоночник в нижней его части, не скрещивать ступни; сохранять прямые углы в суставах, поддерживать правильное положение шеи, подниматься, держа голову и торс прямо, опускать тело легко и мягко, голова вперед и вверх, шея расслаблена, позвоночник вытянут;
- правильное дыхание и релаксация (расслабление) – дышать равномерно и свободно, научиться расслабляться, в положении «сидя» тело должно оставаться в расслабленном состоянии, особенно в области лба, шеи, спины и нижней челюсти, сохранять расслабленные плечи и руки;
- правильная организация работы глаз – моргать каждые 3 - 5 с, стараться использовать «открытое» зрение», чаще смотреть вдаль;
- соблюдение режима работы;
- выполнение оздоровительно-профилактических упражнений.

Выполнение данных рекомендаций особенно важно, так как выполнение технических и организационных мероприятий по сохранению здоровья не зависит от работающего человека в силу различных объективных обстоятельств.

6.7 Примеры решения задач

Пример 1. Уровень шума в помещении (длина 10 м, ширина 8 м, высота 5 м) составляет 60 дБ·А. Пол в помещении – паркет, стены и потолок – обычная штукатурка. Определить снижение уровня шума после акустической обработки стен и потолка звукопоглощающим материалом (коэффициент поглощения 0,9).

Решение. Снижение уровня шума за счет акустической обработки помещения ΔL определяется по следующей формуле [42]:

$$\Delta L = 10 \lg (A_2/A_1), \quad (54)$$

где A_1, A_2 – звукопоглощение помещения до и после акустической обработки, единиц поглощения.

Звукопоглощение помещения определяется по формуле

$$A = S \alpha, \quad (55)$$

где S – площадь поверхности, м²;

α - коэффициент поглощения материала поверхности, единицы поглощения (таблица К.4 приложения К).

Находим в таблице К.4 приложения К коэффициенты поглощения материалов стен (0,03), потолка (0,03) и пола (0,06).

Определяем по формуле (55) звукопоглощение помещения до проведения обработки:

$$\begin{aligned} A_1 &= 2 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 0,03 + 2 \cdot 8 \cdot 5 \cdot 0,03 + 10 \cdot 8 \cdot 0,03 + 10 \cdot 8 \cdot 0,06 = \\ &= 12,6 \text{ единиц поглощения.} \end{aligned}$$

Определяем по формуле (55) звукопоглощение помещения после акустической обработки:

$$\begin{aligned} A_2 &= 2 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 0,9 + 2 \cdot 8 \cdot 5 \cdot 0,9 + 10 \cdot 8 \cdot 0,9 + 10 \cdot 8 \cdot 0,06 = \\ &= 238,8 \text{ единиц поглощения.} \end{aligned}$$

Снижение уровня шума по формуле (54) составляет:

$$\Delta L = 10 \lg (238,8/12,6) = 12,8 \text{ дБ.}$$

Уровень шума после обработки помещения ($60-12,8 = 47,2$ дБ·А) отвечает нормативным требованиям к помещению с ПЭВМ (приложение К, таблица К.3) .

Пример 2. Рассчитать общее освещение производственного помещения для работы на ПЭВМ, размеры которого: длина – 30 м, ширина – 10 м, высота – 4,6 м, при использовании светильников ЛПО-02 с четырьмя люминесцентными лампами ЛБ-20. Коэффициенты отражения потолка, стен, рабочей поверхности соответственно равны: 0,7; 0,5; 0,3. Высота рабочей поверхности – 0,8 м, расстояние от центра светильника до потолка – 0,1 м. Выполняемые зрительные работы относятся к разряду III в.

Решение. Для расчета системы общего освещения применяют метод коэффициента использования светового потока при условии выполнения рекомендованных соотношений расстояния между светильниками к высоте их подвеса (таблица Г.5 приложения Г). Отклонение не должно превышать 20%. При этом отношение длины светильника к кратчайшему расстоянию от него до расчетной точки не должно превышать 0,2. Если эти условия не выполняются, то необходимо использовать точечный метод расчета [3, 42]. При проектировании освещения предварительно определяют число рядов светильников и их расположение, учитывая следующее:

- соотношение расстояния между рядами светильников L к высоте их подвеса h не должно быть больше 1,4 (высоту подвеса обычно берут не большей 4...5 м);
- светильники устанавливают рядами, преимущественно параллельно длинной стороне помещения или стене с окнами;
- расстояние от крайних рядов до стен берут равным половине расстояния между рядами;
- расстояние от крайнего светильника в ряду до стены равняется половине расстояния между светильниками.

Из справочных данных [56] находим характеристики светильника ЛПО-02 и лампы ЛБ-20: длина светильника – 655 мм, ширина – 655 мм, условный номер группы – 11, световой поток лампы – 1180 лк.

Высота подвеса определяется по формуле

$$h = H - (h_{p.m} + h_{св}), \quad (56)$$

где H – высота помещения, м;

$h_{р.м}$ – высота рабочей поверхности (может быть 0,7...1,2 м в зависимости от выполняемой работы), м;

$h_{св}$ – расстояние от центра светильника до потолка (0,1...1,5 м в зависимости от высоты помещения и высоты светильника).

Определяем по формуле (56) высоту подвеса светильников:

$$h = 4,6 - (0,8 + 0,1) = 3,7 \text{ м.}$$

Проверяем возможность использования метода светового потока:

$$\frac{0,655}{3,7} = 0,18 < 0,2,$$

то есть использование метода правомерно.

По методу коэффициента использования светового потока определяют необходимый световой поток одной лампы по формуле

$$F = \frac{E_n SKZ}{\eta N n}, \quad (57)$$

где E_n – нормированное значение освещенности горизонтальной рабочей поверхности, лк;

S – площадь помещения, м²;

K – коэффициент запаса, $K = 1,4$ [42];

Z – коэффициент неравномерности освещения, при расположении светильников рядами [42] принимают 1,1;

η – коэффициент использования светового потока;

N – количество светильников;

n – число ламп в светильнике.

Если тип светильника и лампы задан, то определяют необходимое количество светильников:

$$N = \frac{E_n SKZ}{n \eta F_{л}}, \quad (58)$$

где $F_{л}$ – световой поток одной лампы, лм.

В данном случае светильник, лампа и количество ламп в светильнике известно, поэтому для расчетов используем формулу (58). Световой поток лампы ЛБ-20 равен 1180 лм [56]. Нормированная освещенность от общего

освещения для зрительных работ III в составляет 300 лк (таблица Г.2 приложения Г).

Коэффициент использования светового потока определяется в зависимости от отражательной способности потолка, стен и рабочей поверхности и индекса помещения (геометрических его размеров) соответственно данному типу светильников по справочным таблицам [56]. Индекс помещения определяется по формуле

$$i = \frac{AB}{h(A+B)}, \quad (59)$$

где A и B - длина и ширина помещения, м;

h – высота подвеса светильника, м.

Определяем индекс помещения:

$$i = \frac{30 \cdot 10}{3,7(30 + 10)} = 2,03.$$

Для данного светильника ЛПО-02 при индексе помещения 2 и заданных коэффициентах отражения потолка, стен, рабочей поверхности коэффициент использования светового потока равен 0,43 [56].

Определяем необходимое количество светильников:

$$N = \frac{300 \cdot 30 \cdot 10 \cdot 1,4 \cdot 1,1}{4 \cdot 1180 \cdot 0,43} = 68,3.$$

При расположении светильников в 5 рядов, параллельно длинной стороне помещения, число светильников в каждом ряду будет равняться:

$$N_P = \frac{N}{n_P} = \frac{68,3}{5} = 13,6.$$

Принимаем число светильников в ряду 14, тогда общее количество светильников

$$N = 14 \cdot 5 = 70.$$

Определяем фактическую освещенность:

$$E_{\Phi} = \frac{NnF_{л}\eta}{SKZ} = \frac{70 \cdot 4 \cdot 1180 \cdot 0,43}{30 \cdot 10 \cdot 1,4 \cdot 1,1} = 307 \text{ лк},$$

что удовлетворяет нормативным требованиям.

Расстояние между светильниками в ряду (при длине светильника 0,655 м) будет равно:

$$R = \frac{A}{N_p} - \ell_c = \frac{30}{14} - 0,655 = 1,48 \text{ м.}$$

Расстояние от крайних светильников до стены: $1,48 : 2 = 0,74$ м. Расстояние между рядами светильников (при ширине светильников $0,655$ м)

$$l_1 = B / n_p - b = 10/5 - 0,655 = 1,34 \text{ м.}$$

Расстояние между крайними рядами и стенами: $1,34 : 2 = 0,67$ м.

Суммарная электрическая мощность всех светильников, установленных в помещении, составляет:

$$W = 70 \cdot 4 \cdot 20 = 5600 \text{ Вт} = 5,6 \text{ кВт.}$$

Таким образом, для обеспечения требуемых условий работы система освещения должна состоять из 70 светильников ЛПО-02, общая мощность которых 5,6 кВт.

Алгоритм расчета искусственного освещения люминесцентными лампами с использованием ПЭВМ приведен в работе [56].

6.8 Контрольные вопросы и задания

1 Перечислите особенности трудовой деятельности и основные виды нарушений здоровья пользователей ПЭВМ.

2 Какие опасные и вредные производственные факторы воздействуют на человека при работе на ПЭВМ?

3 Какие нормативные документы обеспечивают охрану труда пользователей ПЭВМ?

4 Охарактеризовать особенности режима работы и отдыха пользователей ПЭВМ. От чего зависит длительность регламентированных перерывов?

5 Охарактеризовать основные направления рациональной организации рабочего пространства пользователей компьютеров.

6 Перечислить основные требования к производственным помещениям для работы на ПЭВМ.

7 Какие факторы необходимо учитывать при размещении рабочего места с ПЭВМ в помещении?

8 Какие требования предъявляются к основному и вспомогательному оборудованию компьютеризированного рабочего места?

9 В чем состоит сущность технических средств профилактики нарушений здоровья пользователей ПЭВМ?

10 Охарактеризовать медицинские мероприятия по профилактике заболеваний пользователей компьютеров.

11 В чем заключается сущность рационального и профилактического питания пользователей ПЭВМ?

12 Определить снижение уровня шума после акустической обработки стен и потолка звукопоглощающим материалом (перфорированные панели). Уровень шума в помещении, размеры которого: длина – 12 м, ширина – 6 м, высота – 4 м, составляет 65 дБ·А. Пол в помещении – линолеум, стены и потолок - обычная штукатурка.

13 Рассчитать общее освещение производственного помещения для работы на ПЭВМ, размеры которого: длина – 20 м, ширина – 8 м, высота – 4,6 м, при использовании светильников ЛПО-02 с двумя люминесцентными лампами ЛБ-65. Коэффициенты отражения потолка, стен и рабочей поверхности соответственно равны: 0,7; 0,5; 0,1. Высота рабочей поверхности – 0,8 м, расстояние от центра светильника до потолка – 0,1 м. Выполняемые зрительные работы относятся к разряду III г.

7 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

При выполнении раздела «Охрана труда» дипломного проекта необходимо соблюдать следующие **требования** [20, 39]:

– строго придерживаться ДНАОП, ГОСТов, норм, правил, инструкций и других нормативных документов по вопросам охраны труда при принятии и обосновании соответствующих решений;

– выбор мероприятий по созданию здоровых и безопасных условий труда сопровождать ссылками на нормативные документы, а в необходимых случаях – инженерными расчетами, научно-исследовательскими и конструкторско-исследовательскими данными. Шифр и название норма-

тивных документов (приложение М) приводить непосредственно в тексте пояснительной записки дипломного проекта (работы). При использовании численных значений величин и результатов работ других авторов необходимо привести ссылку на источник информации;

- выбор мероприятий по охране труда проводить на основе анализа опасных и вредных производственных факторов с целью сведения до минимума влияния их на работающего человека;

- проектировать прогрессивную, с высокой степенью автоматизации технику, при эксплуатации которой исключается потенциальная опасность аварий, взрывов, пожаров, несчастных случаев, профессиональных заболеваний независимо от квалификации и психофизиологического состояния обслуживающего персонала;

- разрабатывать мероприятия по профилактике травматизма, профессиональных заболеваний, аварий, пожаров, а также по повышению культуры производства, технической эстетики, научной организации труда, эргономики.

Использованная **литература** приводится в общем списке в зависимости от построения записки в целом.

Объем раздела не должен превышать 10-15 страниц.

При защите дипломного проекта необходимо осветить основные принципиальные вопросы по охране труда, разработанные в проекте.

Раздел «Охрана труда» в общем случае **состоит** из 3 подразделов:

- анализ опасных и вредных производственных факторов;
- разработка мероприятий по обеспечению безопасных и комфортных условий труда;

- расчет защитного устройства, наиболее важного для обеспечения безопасных и комфортных условий труда.

Анализ опасных и вредных производственных факторов осуществляется для базового варианта на основе данных работы существующих производств. Цель данного подраздела – обоснование необходимости осуществления и выбор мероприятий по обеспечению безопасных условий труда. Второй и третий подразделы выполняются с учетом специфики ди-

пломного проектирования. Рассмотрим **особенности** выполнения раздела в зависимости от темы дипломного проекта или работы.

При проектировании программных продуктов (дипломные работы по специальностям «**Информационные технологии**» и «**Автоматизация производственных процессов**») в разделе необходимо рассматривать условия труда на рабочих местах пользователей разрабатываемых продуктов. Характеристика условий труда согласовывается с консультантом с учетом особенностей темы дипломной работы и выбирается по вариантам [56].

Анализ производственных факторов в данном случае включает следующие вопросы:

- перечень вредных и опасных факторов при работе на ПЭВМ в соответствии с классификацией ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ на основе обзора литературы [19, 36-37];

- перечень основных нарушений здоровья пользователей компьютеров в зависимости от формы деятельности [16, 19];

- выделение групп факторов, которые наиболее влияют на формирование условий работы (санитарно-гигиенические, нервно-психологические и др.) и оценка каждого фактора в баллах [31, 56];

- расчет интегральной оценки условий труда и определение категории тяжести труда; расчеты показателей утомления и работоспособности [56];

- обоснование выбора направлений улучшения условий труда (выделение факторов условий труда, которые нуждаются в принятии мер по улучшению; к таким факторам относятся факторы, имеющие балльную оценку больше 2).

Разработку мероприятий по улучшению условий труда необходимо провести по следующей схеме:

- санитарно-гигиенические мероприятия (вентиляция и отопление помещения, освещение естественное и искусственное, защита от шума и излучения);

- мероприятия, обеспечивающие технику безопасности (электробезопасность, пожарная безопасность);

- организация рабочего пространства;

- организация рационального режима работы и отдыха.

Более подробно следует рассмотреть мероприятия по **организации рабочего пространства** (подраздел 6.4). Они должны включать:

- требования к производственным помещениям (площадь и объем на одно рабочее место; используемые материалы; цветовое оформление);
- требования к организации рабочих мест (расположение мест в помещении, выбор рабочего положения и производственной мебели, требования к размерам стола и стула, размещение оснастки с учетом особенностей трудовой деятельности);
- требования к основному и вспомогательному оборудованию, его рациональному расположению.

Рекомендуется изобразить схему расположения рабочих мест в помещении с учетом размеров помещения, количества рабочих мест и требований нормативных актов (подраздел 6.4, подраздел 1.3, пример 2).

Мероприятия по обеспечению **режима труда и отдыха** приводятся с учетом требований нормативных актов и характеристики трудовой деятельности (подраздел 6.3).

Расчеты рекомендуется проводить только для санитарно-гигиенических мероприятий. Это может быть расчет общеобменной вентиляции (подраздел 2.4, пример 3), расчет искусственного освещения (подраздел 6.7, пример 2) или расчет акустической обработки помещения (подраздел 6.7, пример 1).

В третьем подразделе раздела «Охрана труда» необходимо **оценить эффективность** мероприятий по охране труда. Оценку необходимо приводить по следующей схеме:

- расчет новых показателей интегральной оценки условий труда и определение новой категории тяжести труда (после проведения мероприятий балльная оценка всех факторов условий труда не должна превышать 2), расчет новых показателей утомления и работоспособности;
- расчет увеличения производительности труда при снижении тяжести труда, снижения степени утомления и повышения работоспособности.

При проектировании электрооборудования (дипломные проекты по специальности «**Электромеханические системы автоматизации и электропривод**») в разделе необходимо рассматривать условия труда на конкретных рабочих местах по эксплуатации проектируемого электропривода.

Во **втором подразделе** необходимо сначала охарактеризовать преимущества проектируемого объекта с точки зрения охраны труда (если они есть). Затем последовательно рассмотреть следующие **вопросы**:

- требования к оборудованию и организации процесса;
- санитарно-гигиенические требования (освещение, требования к воздуху рабочей зоны; защита от шума, вибрации, излучения);
- обеспечение техники безопасности (электробезопасности и пожарной безопасности).

Особое внимание необходимо уделить мероприятиям по обеспечению электробезопасности – охарактеризовать все технические меры, предусмотренные в конструкции оборудования, а также организационно-технические меры. При разработке технических мер необходимо учесть:

- меры при работе в нормальном режиме (изоляция и недоступность токоведущих частей, блокировки, средства ориентации, защитное разделение сетей, применение малых напряжений, выравнивание потенциалов);
- меры при работе в аварийном режиме (защитное заземление, отключение, зануление, двойная изоляция, изоляция рабочего места и др.).

В **третьем подразделе** в зависимости от особенностей проектируемого электропривода может быть приведен один из перечисленных **расчетов**:

- расчет защитного заземления;
- расчет зануления;
- расчет защитного отключения.

При расчете защитного заземления характеристики заземляющего устройства выбираются по таблице [57] по согласованию с консультантом.

При проектировании системы управления оборудованием или процессом (дипломные проекты по специальности «**Автоматизация производственных процессов**») в разделе необходимо рассматривать условия

труда на конкретных рабочих местах по эксплуатации проектируемой системы управления. Системы управления применяются в различных отраслях, которые сильно отличаются по условиям труда [55]. Для облегчения выполнения первого подраздела рекомендуется использовать соответствующие источники информации: при проектировании систем для литейного производства – [2, 12, 43], для кузнечно-прессового производства – [2, 43, 46], для металлургического производства – [47], для термической обработки материалов – [2, 43], для механической обработки материалов резанием – [2, 15, 43], для сварочных работ – [2, 43, 48], для подъемно-транспортных работ – [2, 25, 43], для энергетических объектов – [2], для строительных работ – [20].

Во **втором подразделе** необходимо дать характеристику преимуществ проектируемого объекта с точки зрения условий труда. Далее необходимо рассмотреть следующие вопросы:

- требования к системе управления;
- требования к оборудованию и организации процесса;
- санитарно-гигиенические мероприятия (обеспечение чистоты воздуха и параметров микроклимата, освещение рабочего места, защита от шума, вибрации и излучений);
- организация рабочего места оператора (пульта управления);
- организация режима труда и отдыха;
- мероприятия по обеспечению техники безопасности (электробезопасность, пожарная безопасность).

Более подробно необходимо рассмотреть требования к пульту управления, к средствам отображения информации и органам управления, к рабочей мебели (подраздел 4.4).

В **третьем подразделе** необходимо провести расчет защитного устройства, наиболее важного для обеспечения безопасных условий труда. В зависимости от особенностей проектируемой системы это может быть:

- расчет системы общеобменной вентиляции (подраздел 2.4, пример 2);
- расчет системы общего искусственного освещения (подраздел 4.5, пример 4);
- расчет местного освещения (подраздел 4.5, пример 5);

- расчет уровня шума и средства защиты работающего (подраздел 4.5, примеры 1 и 2);
- расчет уровня теплового излучения и средства защиты работающего (подраздел 4.5, пример 3);
- расчет защитного заземления (подраздел 5.8, пример 1).

При невозможности проведения расчетов в данном подразделе можно привести подробное описание средств защиты и автоматики или провести анализ возможных аварийных ситуаций. Перечень возможных вариантов выполнения этого подраздела приведен в приложении Н.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Характеристика категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещений	Характеристика веществ и материалов, находящихся в помещении
А Взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°C в таком количестве, что могут образовываться взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б Взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°C, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В Пожароопасная	Легковоспламеняющиеся, горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть при условии, что помещения, в которых они находятся или используются, не относятся к категориям А или Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, иск, пламени; горючие газы, жидкости, твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются как топливо
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Приложение Б

Рекомендации по оснащению помещений огнетушителями

Таблица Б.1 – Пенные, порошковые, хладоновые и углекислотные переносные огнетушители [39]

Категория помещения	Площадь, м ²	Класс пожара	Пенные емкостью 10 л	Порошковые емкостью 10 л	Хладоновые емкостью 2 л	Углекислотные емкостью 5 л
А, Б	200	А	2++	1++	–	–
		В	4+	1++	4+	–
		С	–	1++	4+	–
		Д	–	1++	–	–
		Е	–	1++	–	2++
В	400	А	2++	1+	–	2+
		Д	–	1++	–	–
		Е	–	1+	2+	2++
Г	800	В	2+	1+	–	–
		С	–	1+	–	–
Г, Д	1800	А	2++	1+	–	–
		Д	–	1++	–	–
		Е	–	1+	2+	2++

Таблица Б.2 – Воздушно-пенные, комбинированные, порошковые и углекислотные переносные огнетушители [39]

Категория помещения	Площадь, м ²	Класс пожара	Воздушно-пенные емкостью 100 л	Комбинированные емкостью 100 л	Порошковые емкостью 100 л	Углекислотные емкостью 80 л
А, Б, В	500	А	1++	1++	1++	3+
		В	2+	1++	1++	3+
		С	–	1+	1++	3+
		Д	–	–	1++	–
		Е	–	–	1+	1++
В	800	А	1++	1++	1++	2+
		В	2+	1++	1++	3+
		С	–	1+	1++	3+
		Д	–	–	1++	–
		Е	–	–	1+	1+

Примечание. Знак «++» означает огнетушители, которые рекомендуются для оснащения объектов; знак «+» означает огнетушители, использование которых разрешается при отсутствии рекомендованных огнетушителей; знак «–» означает огнетушители, которые не допускаются для оснащения объектов.

Приложение В

Требования к воздуху рабочей зоны

Таблица В.1 – Оптимальные нормы параметров микроклимата воздуха рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005-88)

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia	22—24	40–60	≤ 0,1
	Iб	21—23		≤ 0,1
	IIa	18—20		≤ 0,2
	IIб	17—19		≤ 0,2
	III	16—18		≤ 0,3
Теплый	Ia	23—25	40–60	≤ 0,1
	Iб	22—24		≤ 0,2
	IIa	21—23		≤ 0,3
	IIб	20—22		≤ 0,3
	III	18—20		≤ 0,4

Таблица В.2 – Допустимые нормы параметров микроклимата воздуха рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005-88)

Период года	Категория работы	Температура, °С				Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
		Верхняя граница		Нижняя граница			
		ПРМ	МВП	ПРМ	МВП		
Холодный	Ia	25	26	21	18	≤ 75	≤ 0,1
	Iб	24	25	20	17	≤ 75	≤ 0,2
	IIa	23	24	17	15	≤ 75	≤ 0,3
	IIб	21	23	15	13	≤ 75	≤ 0,4
	III	19	20	13	12	≤ 75	≤ 0,5
Теплый	Ia	28	30	22	20	55 (при 28°С)	0,1—0,2
	Iб	28	30	21	19	60 (при 27°С)	0,1—0,3
	IIa	27	29	18	17	65 (при 26°С)	0,2—0,4
	IIб	27	29	16	15	70 (при 25°С)	0,2—0,5
	III	26	28	15	13	75 (при 24°С)	0,2—0,6

Примечание. Обозначения: ПРМ – постоянные рабочие места;
МВП – места временного пребывания.

Таблица В.3 – Категории работ по степени тяжести (ГОСТ 12.1.005-88)

Категория работ	Энергозатраты		Характеристика работ
	Вт	ккал/ч	
Легкие Ia	До 139	До 120	Работы, выполняемые сидя с незначительными физическими напряжениями
Легкие Ia	140–174	121–150	Работы, выполняемые сидя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторыми физическими напряжениями
Средней тяжести IIa	175–232	151–200	Работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) предметов в положении «стоя» или «сидя» и требующие незначительного физического напряжения
Средней тяжести IIб	233–290	201–250	Работы, связанные с ходьбой и перемещением грузов до 10 кг, сопровождающиеся умеренными физическими напряжениями
Тяжелые III	Более 290	Более 250	Работы, связанные с передвижением, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) грузов, требующие значительного физического напряжения

Таблица В.4 – Нормы площади и объема для производственных помещений (СН 245–71)

Тип производственного помещения	Минимальная площадь на одно рабочее место, м ²	Минимальный объем на одно рабочее место, м ³
Обычные работы	4,5	15
Работы с ПЭВМ	6	20

Таблица В.5 - Вентиляция помещений для работы на ПЭВМ [19]

Объем помещения на одного работника, м ³ /чел.	Объем вентиляционного воздуха, м ³ /ч
До 20	Не меньше 30
20 – 40	Не меньше 20
Больше 40 м ³ /чел. при наличии окон и отсутствии выделения вредных веществ	Допускается только естественная вентиляция

Таблица В.6 – Характеристика материалов теплопоглощающих экранов [3, 44]

Материал	Степень черноты
Алюминий полированный	0,04 – 0,06
Железо листовое	0,23
Жесть белая	0,28
Стальной листовой прокат	0,56
Асбестовый картон	0,96
Кирпич огнеупорный	0,8 – 0,9
Кирпич шамотный	0,75
Стекло	0,91 – 0,94
Эмаль белая	0,9

Приложение Г

Требования к производственному освещению

Таблица Г.1 – Значения коэффициента естественного освещения
(СниП II-4-79)

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта, мм	Коэффициент естественного освещения, %	
		Верхнее и комбинированное освещение	Боковое освещение
Наивысшая точность	Ниже 0,15	10	3,5
Очень высокая точность	0,15...0,3	7	2,5
Высокая точность	0,3...0,5	5	2
Средняя точность	0,5...1,0	4	1,5
Малая точность	1...5	3	1
Очень малая точность	Больше 5	2	0,5

Таблица Г.2 – Нормы освещенности рабочих мест при искусственном освещении (СНиП II-4-79)

Характеристика зрительной работы	Разряд зрительных работ	Подразряд зрительных работ	Освещенность, лк	
			при комбинированном освещении	при общем освещении
Высокая точность	III	а	2000	500
		б	1000	300
		в	750	300
		г	400	200
Средняя точность	IV	а	750	300
		б	500	200
		в	400	200
		г	300	150
Малая точность	V	а	300	200
		б	200	150
		в	-	159
		г	-	100

Таблица Г.3 – Характеристика зрительных работ [19]

Разряд и подразряд зрительной работы	Рабочие места и поверхности
III б	Рабочие столы инженеров-электронщиков по ремонту и наладке оборудования; монтажные схемы
III г	Пульты ЭВМ, дисплеи
IV а	Рабочие места электромехаников ремонтной мастерской, механическая ремонтная мастерская
IV б	Машинные залы, комнаты подготовки информации, помещения проверки блоков

Таблица Г.4 – Значение коэффициента запаса при искусственном освещении (СНиП II-4-79)

Тип помещения	Значение коэффициента запаса	
	Лампы накаливания	Газоразрядные лампы
Помещения обычные (менее 1 мг/м ³ пыли)	1,5	1,3
Помещения пыльные (1–5 мг/м ³ пыли)	1,8	1,5
Помещения пыльные (свыше 5 мг/м ³ пыли)	2,0	1,7
Помещения с особо чистым режимом	1,4	1,2

Таблица Г.5 – Оптимальные отношения расстояния между рядами светильников L к высоте подвеса светильника h_p [3]

Тип кривой силы света светильника	Значения L / h_p	
	Рекомендованное	Наиболее допустимое
Концентрированная	0,4 – 0,7	0,9
Глубокая	0,8 – 1,2	1,4
Косинусная	1,2 – 1,6	2,1
Равномерная	1,8 – 2,6	3,4
Полуширокая	1,4 – 2,0	2,3

Таблица Г.6 - Значения коэффициентов отражения материалов [42]

Характер поверхности	Коэффициент отражения ρ
Побеленный потолок, побеленные стены с окнами, закрытыми белыми шторами	0,7
Чистый бетонный потолок, побеленные стены с окнами без штор	0,5
Бетонный потолок, бетонные стены, стены с окнами, стены со светлыми обоями	0,3
Темный потолок, темные стены, сплошное застекление без штор	0,1
Рабочие поверхности: светлые средние темные	Больше 0,4 0,2...0,4 Меньше 0,2
Пол	0,1

Таблица Г.7 – Светотехнические характеристики источников освещения

Источник освещения	Тип	Параметры	
		Мощность, Вт	Световой поток, лм
Лампы накаливания	НВ-100	100	1240
	НВ-150	150	1900
	НВ-200	200	2700
	НВ-300	300	4350
	НВ-500	500	8100
	НВ-750	750	13100
Ртутные лампы	ДРЛ-80	80	2000
	ДРЛ-125	125	4800
	ДРЛ-250	250	10000
	ДРЛ-400	400	18000
	ДРЛ-700	700	33000
	ДРЛ-1000	1000	50000
Люминесцентные лампы	ПТБ-20	20	900
	ЛТБ-40	40	2200
	ЛТБ-80	80	3540
	ЛД-80	80	4070
	ЛБ-80	80	5220

Таблица Г.8 – Коэффициент использования светового потока осветительной установки

ρ_n , %	ρ_c , %	Коэффициент использования η , %, при индексе помещения i											
		0,5	0,6	0,8	1	1,25	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5
Светильник «Глубокоизлучатель»													
70	50	25	31	38	41	43	46	49	52	53	54	55	57
50	30	21	27	34	38	41	43	46	49	51	52	52	54
30	10	19	24	32	36	39	41	44	47	49	50	51	52
Светильник с лампами ДРЛ													
70	50	30	35	44	49	54	58	63	67	69	70	71	72
50	30	24	30	38	43	49	53	59	62	64	66	68	70
30	10	21	26	34	40	45	49	55	59	61	63	65	67
Светильник «Универсаль» без затенения													
70	50	28	34	39	45	48	51	55	59	60	61	62	63
50	30	24	30	35	43	45	48	52	55	57	58	59	60
39	10	21	27	32	41	44	46	50	54	55	56	57	58
Светильник «Люцетта»													
70	50	29	33	41	44	48	51	55	58	60	63	64	65
50	30	22	27	33	37	41	44	48	52	54	57	59	61
39	10	20	25	26	31	34	37	41	45	47	52	54	56

Таблица Г.9 – Светораспределение светильников [20]

Тип светильника	Сила света, кд, в направлении α, \dots°										
	0	5	15	25	35	45	55	65	75	85	
Люминесцентные лампы											
ОД	242	241	230	215	190	158	119	76	40	10	
ОДОР	208	205	192	173	148	118	82	50	25	10	
Лампы накаливания											
ППД-100	177	178	190	190	172	160	137	114	44	7	
ППД-200	177	178	190	190	172	160	137	114	44	7	

Приложение Д

Требования к производственному шуму

Таблица Д.1- Зависимость допустимого уровня шума от характеристики помещения (ГОСТ 12.1.003-89)

Характеристика помещения	Уровень звука, дБ
Помещения конструкторских бюро, программистов вычислительных машин, лабораторий для теоретических и исследовательских работ	50
Помещения управления, рабочие комнаты	60
Постоянные рабочие места и рабочие места в производственных помещениях и на территории предприятия	80

Таблица Д.2 - Коэффициенты звукопоглощения материалов [3]

Материал	Коэффициент звукопоглощения α при частоте шума 1000 Гц
Бетонная плита	0,02
Обычная штукатурка	0,03
Штукатурка акустическая (10мм)	0,11
Перфорированная панель	0,50
Линолеум (5мм)	0,03
Паркет	0,06

Таблица Д.3 – Звукоизоляция некоторых материалов

Материал	Масса 1 м ² , кг	Звукоизоляция, дБ
Фанера 3,2 мм	2,2–2,5	17–19
Фанера 6,42 мм	4,5	21
Дерево 5 см	27,5	18,5
Сталь листовая 0,7 мм	5,6	25
Сталь листовая 2 мм	15,7	33
Стекло 3–4 мм	8–10	28
Стекло 6 мм	16	31
Стеклопластик 11,5 мм	–	23
Войлок 15 мм	2,8	6
Картон 5 мм	3	16

Приложение Е

Эргономический анализ рабочего места

Последовательность проведения анализа

- 1 Классификационные признаки рабочего места.
 - 1.1 По характеру выполняемых операций: производственное, вспомогательное, обслуживающее.
 - 1.2 По степени серийности производства: единичное, серийное (мелкосерийное, серийное, крупносерийное), массовое.
 - 1.3 По степени механизации работ: ручное, механизированное, автоматизированное.
 - 1.4 По количеству обслуживающего персонала: индивидуальное, бригадное.
 - 1.5 По количеству обслуживаемого оборудования: единичное, множественное.
 - 1.6 По расположению: неподвижное, подвижное.
- 2 Основные производственные показатели функционирования системы.
 - 2.1 Количественные: почасовая производительность труда, почасовая длительность выполнения основных производственных операций и их элементов.
 - 2.2 Качественные: показатель качества выпускаемой продукции (почасовое количество бракованных изделий), вид типичных ошибок (брака), длительность устранения типичных ошибок, количество специалистов, необходимых для устранения типичных ошибок.
3. Временная структура трудовой деятельности.
 - 3.1 Время выполнения, % от времени смены: подготовительно-заключительных работ, основных и вспомогательных производственных операций.
 - 3.2 Коэффициент занятости, % от времени смены.
 - 3.3 Внутрисменные простои оборудования, % от времени смены: по организационным причинам, по техническим причинам, по вине работающего.
 - 3.4 Сменность.
- 4 Психофизиологическая структура трудовой деятельности.

4.1 Факторы тяжести труда:

- мощность внешней механической работы, Вт, при нагрузке (общей, региональной, локальной);
- величина статической нагрузки за смену, Н·с, при удерживании груза (одной рукой; двумя руками, с участием мышц корпуса и ног);
- максимальная величина поднимаемого вручную груза или прилагаемых усилий, кг;
- разовая масса поднимаемого груза, кг;
- масса ручных инструментов, используемых в течение более 50 % времени смены, кг;
- характер рабочей позы: наклоны туловища под углом более 30° при работе стоя, число наклонов в 1 мин в среднем за смену, время нахождения в неудобной рабочей позе, % от времени смены;
- перемещение за смену, км.

4.2 Факторы напряженности труда:

- длительность сосредоточенного наблюдения, % от времени смены;
- число производственно-важных объектов наблюдения;
- число сигналов, сообщений в час;
- число элементов, подлежащих запоминанию в течение 2 ч и более;
- величина эмоционального напряжения, обусловленного дефицитом времени выполнения производственного задания, ответственностью за безопасность других людей, риском (качественный показатель);
- величина интеллектуальной нагрузки (качественный, показатель);
- число производственных операций, единиц/ч;
- число элементов в повторяющихся операциях;
- продолжительность повторяющихся операций, ч;
- время пассивного наблюдения за ходом технологического процесса, % от времени смены;
- темп рабочих движений, единиц/ч;
- напряженность зрения (категория зрительных работ в соответствии с СНиП П-4-79);

– напряженность слуха (расстояние слышимости речи для работ, требующих постоянного различения звуковых сигналов).

5 Пространственная организация рабочего места.

5.1 Наименование компонентов рабочего места: основное оборудование, дополнительное (технологическая оснастка); рабочий инструмент, приспособления; вспомогательное оборудование (оргоснастка); рабочая мебель, средства сигнализации, связи, освещения, конструктивно встроенная оснастка и др.

5.2 Схема пространственного размещения рабочего места и его компонентов на производственном участке.

6 Характеристика компонентов рабочего места.

6.1 Основное оборудование.

6.1.1 Органы управления (ОУ): тип, назначение, параметры, количество ОУ каждого типа; последовательность и частота использования ОУ за смену (в час), параметры моторных зон (зон размещения на оборудовании ОУ с учетом частоты их использования); величина усилия, прилагаемого к ОУ, Н.

6.1.2 Средства отображения информации (СОИ): тип, назначение, параметры, количество СОИ, средства индикации и контроля каждого типа; последовательность и частота использования СОИ за смену (число обращений в час); параметры сенсорных зон, угол обзора, линия взгляда, светотехнические параметры средств отображения зрительной информации.

6.2 Средства технологической оснастки: размеры, форма, масса, размещение на рабочем месте инструментов, приспособлений.

6.3 Средства организационной оснастки.

6.3.1. Рабочий стол: высота, ширина, глубина рабочей поверхности, расстояние от рабочего сиденья до поверхности стола.

6.3.2 Рабочее сиденье: тип, параметры (высота, ширина, глубина, угол наклона сиденья, высота спинки); профиль элементов рабочего сиденья; пределы регулирования элементов сиденья; характер покрытия сиденья.

6.3.3 Размеры пространства для ног.

6.3.4 Размеры, характер покрытия подставки для ног.

6.3.5 Характеристика других видов оснастки.

7 Характеристика средств индивидуальной защиты (СИЗ): наименование СИЗ; размеры, масса СИЗ; длительность работы в защитных приспособлениях, % от времени смены.

8 Характеристика средств коллективной защиты: наименование защитно-предохранительных устройств; длительность использования, % от времени смены; удобство пользования; прилагаемые усилия при пользовании, Н.

9 Удобство обслуживания и ремонтпригодность.

10 Характеристика санитарно-гигиенических условий труда.

10.1 Перечень и параметры вредных производственных факторов.

10.2 Источники образования вредных производственных факторов: предметы труда; средства труда (основное и вспомогательное оборудование данного и смежных рабочих мест и т. д.); технологические и трудовые процессы; строительно-планировочные решения; санитарно-технические устройства.

11 Эстетическая характеристика рабочего места: по целостности и рациональности композиции; по цветовому решению; по совершенству исполнения.

Приложение Ж

Нормы продолжительности компенсирующего отдыха в зависимости от факторов, влияющих на тяжесть труда

Таблица Ж.1 – Время на компенсирующий отдых в зависимости от факторов, влияющих на тяжесть труда [1]

№	Фактор	Характеристика фактора	Время на компенсирующий отдых, % отработанного времени
1	2	3	4
1	Физические усилия	Незначительные (10 - 150 Н)	1...2
		Средние (150 - 200 Н)	2...4
		Тяжелые (300 - 500 Н)	4...6
		Очень тяжелые (500 - 800 Н)	6...9
2	Нервное напряжение	Незначительное	1...2
		Незначительное	2...4
		Повышенное	4...6
3	Темп работы	Умеренный	1
		Средней интенсивности	2
		Высокий	3...4
4	Рабочее положение	Ограниченное	1
		Неудобное	2
		Стесненное	3
		Очень неудобное	4
5	Монотонность работы	Незначительная	1
		Средняя	2
		Повышенная	3
6	Степень за- грязнения воз- духа	Незначительная	1
		Средняя	2
		Повышенная	3
		Сильная	4
		Очень сильная	5

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4
7	Температура, влажность окружающей среды	Незначительно повышенная (пониженная): +25...+28°C при влажности до 70% (-5...-15°C)	1
		Средняя: +25...+30°C при влажности до 75% (-16...-20°C)	2
		Повышенная (пониженная): +31...+35°C при влажности 70-75% (-21...-25°C)	3
		Высокая (низкая): +36...40°C при влажности 75% (-25...-30°C)	4
		Очень высокая (очень низкая): +41...+45°C при влажности 75% (менее -30°C)	5
8	Производственный шум	Умеренный	1
		Повышенный	2
		Сильный	3...4
9	Вибрация	Повышенная	1
		Сильная	2
		Очень сильная	3...4
10	Освещение	Недостаточное	1
		Плохое или ослепляющее	2

Приложение И

Обеспечение электробезопасности

Таблица И.1 – Зависимость типа электроустановок от характеристики помещения

Характеристика (класс) помещения или установки	Исполнение электродвигателей или аппаратов управления
1	2
Сухое	Открытое или защищенное
Влажное и сырое	Защищенное от капель и брызг с влагостойкой изоляцией
Особо сырое	Защищенное от капель и брызг с влагостойкой изоляцией обмоток или закрытое (обдуваемое или продуваемое). Пыленепроницаемое и маслonaполненное
Жаркое	Защищенное или закрытое (обдуваемое или продуваемое)
Пыльное	Закрытое с естественным охлаждением; закрытое, продуваемое чистым воздухом или обдуваемое. Пыленепроницаемое и маслonaполненное *
С химически активной средой	Такое же, как и для пыльных помещений. Допускается также защищенное, но с химически стойкой изоляцией токоведущих частей
Пожароопасное П-I	Закрытое, брызгозащищенное, закрытое обдуваемое или продуваемое. Искрящие части машин (например, контактные кольца) должны быть заключены в пыленепроницаемые колпаки. Пыленепроницаемое и маслonaполненное *
То же, П-II	Закрытое, закрытое обдуваемое или продуваемое, продуваемое с замкнутым циклом охлаждения или с подводом воздуха извне и выбросом в помещение. Искрящие части машин должны быть заключены в пыленепроницаемые колпаки. Пыленепроницаемое и маслonaполненное *
П-IIa	Такое же, как для класса П-II. Допускается также защищенное. Искрящие части машин должны быть закрыты защитными колпаками
Пожароопасная наружная установка П-III	Закрытое, закрытое обдуваемое. Искрящие части машин должны быть закрыты в колпаки закрытого исполнения

Продолжение таблицы И.1

1	2
Взрывоопасное В-I и В-II	Взрывонепроницаемое для соответствующих категорий и групп взрывоопасных смесей или продуваемое под избыточным давлением. Специальное и маслonaполненное *
То же, В-Ia	Любое взрывозащищенное для соответствующих категорий и групп взрывоопасных смесей. Пыленепроницаемое (для аппаратов и приборов с искрящими частями и не подверженными по условиям работы нагреву выше 80°C — амперметры, вольтметры)
Взрывоопасное В-Iб	Защищенное или брызгозащищенное. Искрящие части машин должны иметь защитные кожухи. Электродвигатели вентиляторов аварийной вентиляции должны быть в любом взрывозащищенном исполнении для данной среды с управлением внутри и снаружи взрывоопасных помещений. Закрытое* (за исключением аппаратов к двигателям аварийной вентиляции)
Взрывоопасное наружное В-Iг	Любое взрывозащищенное исполнение для соответствующих категорий и групп взрыва опасных смесей в пределах взрывоопасной зоны (например, установка с открытым сливом нефти). Пыленепроницаемое вне взрывоопасной зоны установки
Взрывоопасное В-IIa	Закрытое обдуваемое или продуваемое. С масляным наполнением, пыленепроницаемое с маслonaполненными элементами *

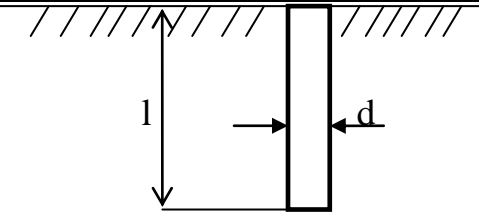
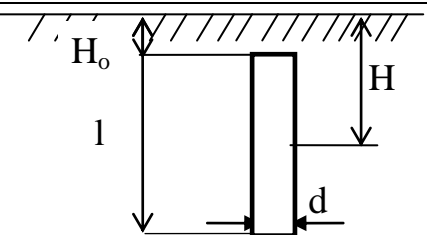
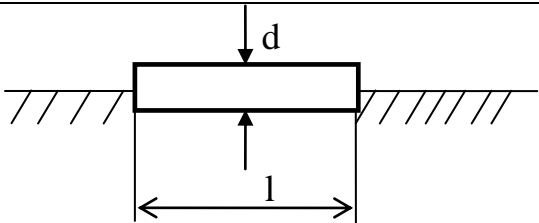
Примечание.*Только для аппаратов управления и приборов.

Таблица И.2 – Значения удельного сопротивления грунта и воды и климатического коэффициента

Грунт, вода	Удельное сопротивление, Ом·м			Климатический коэффициент		
	При влажности 10-12% к массе грунта	Пределы колебаний	Рекомендуемое для расчетов	φ_1	φ_2	φ_3
Глина	40	8-70	60	1,6	1,3	1,2
Гравий, щебень	–	–	2000	–	–	–
Каменный грунт	–	500-800	4000	–	–	–
Лёсс	–	–	2500	–	–	–
Песок	700	400-2500	500	2,4	1,56	1,2
Садовая земля	40	30-60	50	–	1,3	1,2
Скалистый грунт	–	10^4 - 10^7	–	–	–	–
Суглинок	100	40-150	100	2	1,5	1,4
Супесок	300	150-400	300	2	1,5	1,4
Торф	20	10-30	20	1,4	1,1	1
Чернозем	200	9-53	30	–	1,32	1,2
Вода:	–	–	–	–	–	–
– в ручьях	–	10-60	–	–	–	–
– грунтовая	–	20-70	–	–	–	–
– морская	–	0,2-1	–	–	–	–
– прудовая	–	40-50	–	–	–	–
– речная	–	10-100	–	–	–	–

Примечание. φ_1 -при большой влажности грунта; φ_2 – при средней влажности грунта; φ_3 – при сухом грунте.

Таблица И.3 – Значения сопротивления растеканию естественных заземлителей

№	Тип заземлителя	Схема	Формула	Дополнительные указания
1	2	3	4	5
1	Трубчатый или стержневой у поверхности грунта		$R_3 = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$	$l \gg d$
2	Трубчатый или стержневой в грунте		$R_3 = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4H+1}{5H-1} \right)$	$H_0 > 5$
3	Протяженный круглого сечения (труба, кабель и т.д.) на поверхности грунта		$R_3 = \frac{\rho}{\pi l} \ln \frac{2l}{d}$	$l/H \geq 5$

Продолжение таблицы И.3

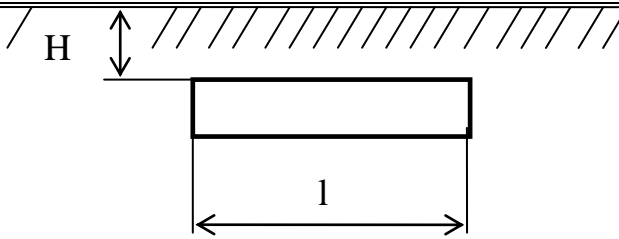
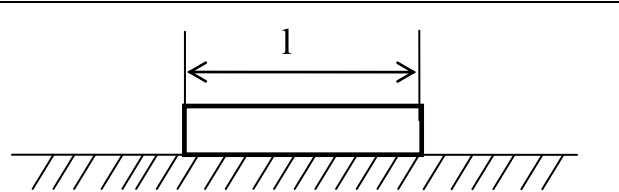
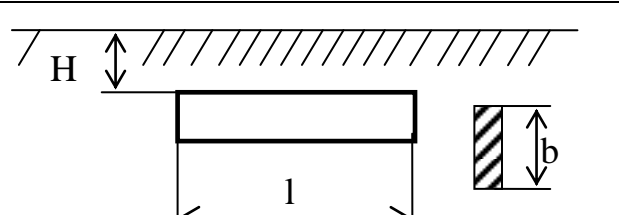
1	2	3	4	5
4	Протяженный круглого сечения в грунте		$R_3 = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{l^2}{dH}$	$l/H \geq 5$
5	Протяженный полосовой на поверхности грунта		$R_3 = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{b}$	$L \gg d$
6	Протяженный – полоса в грунте		$R_3 = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{dH}$	$l/H \geq 5$

Таблица И.4 – Коэффициенты использования заземлителей η

Отношение расстояния между трубами (стержнями) к их длине	При размещении в ряд		При размещении по контуру	
	Количество заземлителей	η	Количество заземлителей	η
1	2	0,84-0,87	4	0,66-0,72
	3	0,76-0,80	6	0,58-0,65
	5	0,67-0,72	10	0,52-0,58
	10	0,56-0,62	20	0,44-0,50
	15	0,51-0,56	40	0,38-0,44
	20	0,47-0,50	60	0,36-0,42
2	2	0,90-0,92	4	0,76-0,80
	3	0,85-0,88	6	0,71-0,75
	5	0,79-0,83	10	0,66-0,71
	10	0,72-0,77	20	0,61-0,66
	15	0,66-0,73	40	0,55-0,61
	20	0,65-0,70	60	0,52-0,58
3	2	0,93-0,95	4	0,84-0,86
	3	0,90-0,92	6	0,78-0,82
	5	0,85-0,88	10	0,74-0,78
	10	0,79-0,83	20	0,68-0,73
	15	0,76-0,80	40	0,64-0,69
	20	0,74-0,79	60	0,62-0,67

Таблица И.5 – Коэффициенты использования шины $\eta_{ш}$

Отношение расстояния между заземлителями к их длине	Количество заземлителей					
	4	8	10	20	30	50
При расположении шины в ряд						
1	0,77	0,67	0,62	0,42	0,31	0,21
2	0,89	0,79	0,75	0,66	0,46	0,36
3	0,92	0,85	0,82	0,68	0,58	0,49
При расположении по контуру						
1	0,45	0,36	0,34	0,27	0,24	0,21
2	0,55	0,43	0,40	0,32	0,30	0,23
3	0,70	0,60	0,56	0,45	0,41	0,37

Таблица И.6 – Значения номинального тока для некоторых предохранительных устройств

Тип предохранительного устройства	Номинальный ток, А
НПИ 15	6, 10, 15
НПН 60М	20, 25, 35, 45, 60
ПН2-100	30, 40, 50, 60, 80, 100
ПН2-250	80, 100, 120, 150, 200, 250
ПН2-400	200, 250, 300, 350, 400
ПН2-600	300, 400, 500, 600
ПН2-1000	500, 600, 750, 800, 1000

Таблица И.7 – Полное сопротивление масляных трансформаторов

Мощность трансформатора, кВ·А	Сопротивление трансформатора, Ом, при схеме соединения обмоток	
	звездой	треугольником
25	3,11	0,906
40	1,949	0,562
63	1,237	0,360
100	0,799	0,226
160	0,487	0,141
250	0,312	0,090
400	0,195	0,056
630	0,129	0,042
1000	0,081	0,027

Таблица И.8 – Наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения питания

Номинальное фазное напряжение U , В	Время отключения, с
127	0,8
220	0,4
380	0,2
Более 380	0,1

Таблица И.9 – Наименьшие размеры заземляющих и нулевых защитных проводников

Проводники	Сечение, мм ²	Диаметр, мм	Толщина, мм
Неизолированные проводники:			
медные.....	4	—	—
алюминиевые.....	6	—	—
стальные:			
в зданиях.....	—	5	—
в наружных условиях	—	6	—
в земле.....	—	10	—
Изолированные провода:			
медные.....	1,5*	—	—
алюминиевые.....	2,5	—	—
Заземляющие и нулевые жилы кабелей и многожильных проводов в общей защитной оболочке с фазными жилами:			
медные.....	1	—	—
алюминиевые.....	2,5	—	—
Угловая сталь:			
в зданиях.....	—	—	2
в наружных установках.....	—	—	2,5
в земле.....	—	—	4
Полосовая сталь:			
в зданиях.....	24	—	3
в наружных установках.....	48	—	4
в земле.....	48	—	4
Водогазопроводные трубы:			
в зданиях.....	—	—	2,5
в наружных установках.....	—	—	2,5
в земле.....	—	—	3,5
Тонкостенные трубы:			
в зданиях.....	—	—	1,5
в наружных установках.....	—	—	2,5
в земле.....	—	—	Не допускается

*При прокладке проводов в трубах сечение нулевых защитных проводников (медных) допускается принимать равным 1 мм², если фазные проводники имеют то же сечение.

Приложение К

Требования безопасности при работе на ПЭВМ

Таблица К.1 – Уровни ионизации воздуха помещений при работе на ПЭВМ (ДСанПиН 3.3.2-007-98)

Уровень	Количество ионов в 1 см ³ воздуха	
	n+	n-
Минимально необходимый	400	600
Оптимальный	1500 - 3000	300 - 5000
Максимально допустимый	50000	50000

Таблица К.2 – Требования к освещению рабочих мест, оснащенных ПЭВМ (НПАОП 0.00-1.31-99)

Наименование параметра	Значение параметра
Коэффициент естественной освещенности	Не ниже 1,5 %
Освещенность на рабочем столе	300 – 500 лк
Яркость светильников общего освещения	Не более 200 кд/м ²
Защитный угол светильников	Не более 40°
Коэффициент пульсации	Не более 5 %
Яркость светящихся поверхностей	Не более 200 кд/м ²
Яркость отблесков на экране	Не более 40 кд/м ²
Отношение яркостей рабочих поверхностей	Не более 3 : 1
Отношение яркостей рабочих поверхностей и окружающих предметов	Не более 5 : 1

Таблица К.3 – Допустимые и эквивалентные уровни шума при работе на ПЭВМ (ДСанПиН 3.3.2-007-98)

Уровни звукового давления, дБ									Эквивалентный уровень звука, дБ·А
Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц									
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
-	67	57	49	44	40	37	35	33	45
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

Таблица К.4 – Коэффициенты звукопоглощения материалов [3]

Материал	Коэффициент звукопоглощения α при частоте шума 1000 Гц
Бетонная плита	0,02
Обычная штукатурка	0,03
Штукатурка акустическая (10мм)	0,11
Перфорированные панели	0,50
Линолеум (5мм)	0,03
Паркет	0,06

Таблица К.5 – Допустимые уровни вибрации при работе на ПЭВМ
(ДСанПиН 3.3.2-007-98)

Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц	Допустимые значения по осям x, y, z	
	Уровень виброускорения, дБ	Уровень виброскорости, дБ
2	36	91
4	33	82
8	33	76
16	39	75
31,5	45	75
63	51	75
Эквивалентный уровень	33	75

Таблица К.6 – Допустимые параметры электромагнитных излучений
и электростатических полей (ДСанПиН 3.3.2-007-98)

Вид поля	Допустимые параметры поля		Допустимая по- верхностная плотность пото- ка энергии, Вт/м ²
	Электрическая составляющая, В/м	Магнитная со- ставляющая, А/м	
1	2	3	4
Напряженность ЭМП:			
60 кГц – 3 МГц	50	5	-
3 кГц – 30 МГц	20	-	-
30 кГц – 50 МГц	10	0,3	-
30 кГц – 300 МГц	5	-	-
300 кГц – 300 ГГц	-	-	10

Продолжение таблицы К.6

1	2	3	4
ЭМП в ультрафиолетовой части спектра: УФ-С (220-280 мм) УФ-В (280-320 мм) УФ-А (320-400 мм)	- - -	- - -	0,001 0,01 10
ЭМП в видимой части спектра 400-760 мм	-	-	10
ЭМП в инфракрасной части спектра 0,76-10 мкм	-	-	35 – 70
Напряженность электрического поля ВДТ, кВ/м	-	-	20

Таблица К.7 – Коэффициенты отражения поверхностей [19]

Ориентация окон помещения	Наименования цвета (поверхности)	Коэффициент отражения, %
Юг	Зелено-голубой (стены)	62...76
	Светло-голубой (стены)	57...71
	Зеленый (пол)	22 – 36
Север	Светло-оранжевый (стены)	64...78
	Оранжево-желтый (стены)	60...74
	Красно-оранжевый (пол)	3...17
Восток	Желто-зеленый (стены)	60...74
	Зеленый (пол)	22...36
	Красно-оранжевый (стены)	3...17
Запад	Светло-желтый (стены)	63...77
	Голубовато-зеленый (стены)	60...74
	Зеленый (пол)	22...36
	Красно-оранжевый (пол)	3...17

Примечания:

1 Потолок во всех помещениях должен быть белым.

2 Коэффициент отражения для стен должен быть равным 0,4...0,5; для потолка – 0,7...0,8; для пола – 0,2 ... 0,3.

Таблица К.8 – Основные требования к размещению рабочих мест, оснащенных ПЭВМ (НПАОП 0.00-1.31-99)

Наименование параметра	Значение, м
Минимальная ширина проходов:	
- при однорядном расположении рабочих мест	1
- при двухрядном расположении рабочих мест	1,2
Расстояние от стен	$\geq 1,0$
Расстояние между рабочими местами	$\geq 1,5$
Расстояние между боковыми поверхностями монитора	$\geq 1,2$
Расстояние между тыльной поверхностью одного ПЭВМ и экраном другого	$\geq 2,5$

Таблица К.9 – Высота стола для работы на ПЭВМ

Рост человека, см	Высота над полом, мм	
	Поверхность стола	Пространство для ног, не меньше
131...145	580	520
146...160	640	580
161...175	700	640
Более 175	760	700

Примечания:

1 Оптимальный размер рабочей поверхности: длина – 1600 мм, ширина – 900 мм. На поверхности стола должна быть специальная подставка для документов, расстояние от которой до глаз должно равняться расстоянию от глаз до клавиатуры.

2 Ширина и глубина пространства для ног определяются конструкцией стола. Размеры пространства для ног по высоте не меньше 600 мм, по ширине – 500 мм, по глубине – 650 мм.

Таблица К.10 – Основные размеры стула

Параметры стула	Рост человека, см		
	146...160	161...175	Более 175
Высота сиденья, мм	380	420	460
Ширина сиденья, мм	320	340	360
Глубина сиденья, мм	360	380	400
Высота нижнего края спинки, мм	160	170	190
Высота верхнего края спинки, мм	330	360	400
Угол наклона сиденья, ... °	0...4		
Угол наклона спинки, ... °	95...108		

Таблица К.11 – Характеристика защитных фильтров

Параметр	Акриловый пла- стикový экран	Стеклýнный фильтр
Коэффициент пропускания:		
гамма – излучение	0,7	0,21
бета – излучение	0,165	0,02
Ультрафиолетовое излучение:		
0,22 – 0,28 мкм	0,06	0,001
0,28 – 0,32 мкм	0,75	0,1
0,32 – 0,4 мкм	0,86	0,3
Видимый свет (0,4-0,7 мкм)	0,89	0,7
Инфракрасное излучение (1,1-10 мкм)	0,91	0,12
Блесткость поверхности	11	3,5
Видимость объектов различения	70	85

Таблица К.12 – Перечень заболеваний, при лечении которых требуется повышенное потребление определенных минеральных веществ [49]

Перечень заболеваний	Наименование веществ
Ревматизм, гипертоническая болезнь, острые респираторные заболевания, упадок, нервные боли в суставах, бессонница, головные боли, половая слабость, приливы крови с сердцебиением	Фосфор
Ревматизм, нервный стресс, пониженный гемоглобин, расстройство в пищевом тракте, половых органах и мочеполовой системе	Железо
Заболевания кишечного тракта, боли в суставах, параличи, запоры	Свинец
Полипы (в носу, мочевом пузыре, матке и т.д.), слабое развитие костной ткани, общая слабость	Кальций
Ослабление мозговой деятельности, нервные боли, общая слабость, особенно в ногах, ослабление зрения, шум в ушах, катар дыхательных и пищеварительных органов	Алюминий
Эпилепсия, стенокардия, инфаркт, бронхиальная астма, энурез, спазмы, экзематомные высыпания	Медь
Копчиковая боль, регулирование кислотности, гепатит, онкология	Магний
Приливы и биение в сосудах, боли в сердце, аритмия	Калий
Умственная слабость, недостаток психического и физического развития	Барий
Мигрень, болезни глаз, головные боли, инсульт	Серебро
Венозные застои, слабость, раздражительность, жжение, нарушение кожного покрова	Сера
Непреодолимое желание к спиртным напиткам, запоры, половое бессилие	Селен

Приложение Л

Комплексы упражнений для пользователей ПЭВМ

Специальные комплексы для операторов ПК составлены на основе разработок и предложений НИИ глазных болезней, оказывают благотворное влияние и способствуют восстановлению нормальной работоспособности глаз и мышц тела [16].

Комплекс 1

1 Сидеть с закрытыми глазами, расслабив мышцы лица, откинувшись на спинку стула, руки положить на бедра – 10-15 с.

2 Закрывать глаза и выполнить самомассаж надбровных дуг и нижней части глазниц, делая пальцами легкие круговые поглаживающие движения от носа наружу – 20-30 с. Затем посидеть с закрытыми глазами 10-15 с.

3 Руки согнуть перед грудью, кисти плотно соединить, скрестив пальцы. Повернуть кисти пальцами к груди, не допуская разъединения ладоней. Повернуть кисти пальцами вперед. Повторить 4-6 раз. Затем опустить руки вниз и потрясти расслабленными кистями.

4 Руки согнуть в локтях, ладони вверх и вперед. Выполнять поочередно щелчки пальцев, начиная с указательного пальца (каждый раз перед щелчком большой палец сверху). То же в обратном порядке. Повторить 2-3 раза. Затем опустить руки вниз и потрясти кистями.

5 Наклонить голову на грудь и отвести назад, затем слегка наклонить назад. Голову наклонить вперед. Повторить 4-6 раз. Темп медленный.

6 Смотреть вдаль перед собой 2-3 с. Перевести взгляд на кончик носа на 3-5 с. Повторить 6-8 раз.

Комплекс 2

1 Очень медленное круговое движение головы в одну сторону, затем в другую. Повторить 3-4 раза.

2 Самомассаж затылочной части головы и шеи. Все движения выполнять подушечками пальцев сверху вниз кнаружи; поглаживание; круговые движения; растирание.

3 Крепко зажмурить глаза на 3-5 с, затем открыть на 3-5 с. Повторить 6-8 раз.

4 Руки на поясе. Правая рука на голову, напрягая мышцы, повернуть туловище направо. Расслабляя мышцы, вернуться в исходное положение. То же — в другую сторону. Повторить 2-3 раза.

5 Следить глазами за медленными опусканиями, а затем поднятием руки на расстоянии 40-50 см от глаз. Повторить 10-12 раз, меняя руки.

Комплекс 3

1 Закрывать глаза, подушечками трех пальцев каждой руки легко надавливать на верхнее веко 2-3 с. Затем снять пальцы с века и посидеть с закрытыми глазами 2-3 с. Повторить 3-4 раза.

2 Поднять вверх согнутые в локтях руки, опущенные кисти почти касаются ушей. Затем слегка наклониться вперед, голову опустить на грудь, последовательно «уронить» плечи, предплечья, кисти, полностью расслабиться. Повторить 2-3 раза.

3 Сидя прямо с опущенными руками, резко напрячь мышцы всего тела. Затем сразу полностью расслабиться, опустить голову на грудь, закрыть глаза. Так сидеть 10-15 с. Повторить 2-3 раза.

4 С поворотом туловища поднять руки вверх. Напряженно развести пальцы, напрячь все мышцы тела, задержать дыхание на 7-8 с. С поворотом туловища в исходное положение «уронить» руки и расслабить все тело — 7-8 с. Повторить в разные стороны 3-5 раз.

5 Соединить у груди ладони обеих рук, палец к пальцу, без напряжения. Последовательно разводить и сводить медленно со вдохом и выдохом указательные пальцы, мизинцы, средние пальцы, большие, а затем безымянные пальцы. Повторить в обратном порядке.

6 Поставить палец правой руки посередине на расстоянии 25-20 см от глаз. Смотреть на него двумя глазами 3-5 с, правым глазом (закрыв левый) — 3-5 с, левым глазом (закрыв правый) — 3-5 с, двумя глазами — 3-5 с. Сменить руки. Повторить все сначала. Всего выполнить 2-3 цикла.

Комплекс 4

1 Сидя за компьютером, примите максимально удобную позу:

- расслабьтесь, не напрягайтесь;
- мягко, не спеша, выпрямите спину (не сутультесь);
- закрыв глаза, мягко, не сжимая, сомкните веки;
- с закрытыми глазами смотрите только прямо перед собой, не

напрягая глаза;

- голову держите легко, не напрягая, без усилий;
- тело не напрягайте и выполняйте легкие наклоны головы: к

груди, назад; по очереди к левому и правому плечу.

2 Не открывая глаз, делайте ими вращательные движения по и против часовой стрелки, вниз и вверх.

3 Хотя бы раз в два часа оторвитесь от работы, откиньтесь на спинку стула, руки положите на бедра, расслабьте мышцы лица и посидите 10-15 с,

4 Закройте глаза и помассируйте пальцами, делая легкие круговые поглаживающие движения от носа наружу, надбровные дуги и нижнюю часть глазниц – 20-30 с. Затем посидите с закрытыми глазами 10-15 с.

5 Медленно наклоните голову вперед, уперевшись подбородком в грудь, и отведите голову назад. Прodelайте ряд вращений головой. Повторить 4-6 раз.

6 Посмотрите вдаль 2-3 с, затем переведите взгляд на кончик носа, замрите на 2-3 с. Повторить 6-8 раз.

7 Физкультурная минутка. Если есть возможность, поднимите руки вверх, напряженно разведите пальцы, напрягите все мышцы тела, задержите дыхание на 7-8 с. С поворотом тела «уроните» руки и расслабьте все тело на 7-8 с. Повторите 3-5 раз.

8 Вытягивайте и разжимайте пальцы так, чтобы почувствовать напряжение. Расслабьте, а затем, не торопясь, сожмите пальцы.

9 Чтобы расслабить плечи и верхнюю часть спины, сплетите пальцы рук за головой и сдвигайте лопатки до тех пор, пока не ощутите напряже-

ние в верхней части спины. Оставайтесь в таком положении 5-10 с. Затем расслабьтесь. Повторите упражнение 5-10 раз.

10 Сплетите за спиной пальцы рук с обращенными внутрь ладонями. Медленно постарайтесь поднять и выпрямить руки. Оставайтесь в таком положении 5-10 с. Повторите 5-10 раз.

11 В положении «стоя» медленно поднимайте руки, одновременно поворачивая голову то налево, то направо до тех пор, пока не почувствуете легкое напряжение.

12 Данное упражнение поможет нейтрализовать последствия длительного пребывания в наклонном вперед положении, когда вы долго и внимательно смотрите на экран. Медленно опустите подбородок так, чтобы под ним образовались складки, оставайтесь в таком положении 5 с. Повторите 5-10 раз.

Комплексы упражнений для снятия симптомов синдрома компьютерного стресса

Набор упражнений, входящих в состав каждого из комплексов, зависит от конкретного синдрома.

Комплекс I. Симптомы – сонливость, утомляемость

Упражнения: круговые движения головой; перевод взгляда с ближнего на дальнее расстояние одним глазом; перевод взгляда с ближнего на дальнее расстояние двумя глазами; пальминг (в положении сидя потирайте одну руку о другую 5-10 с до появления теплоты; закройте обеими ладонями глаза; расслабьтесь; дышите регулярно и легко).

Комплекс 2. Симптом – головная боль после кропотливой работы

Упражнения: круговые движения головы; перевод взгляда с ближайших точек на дальние одним глазом; перевод взгляда из угла в угол; пальминг.

Комплекс 3. Симптом – головная боль (надбровная часть, лоб)

Упражнения: круговые движения головой; перевод взгляда с ближнего на дальнее расстояние; пальминг.

Комплекс 4. Симптом – **головная боль** (затылочная, теменная и боковые части головы)

Упражнения: пожимание плечами (круговые движения плечами); круговые движения головой; точечный массаж затылочной части головы; массаж височной части головы и окологлазного пространства; надавливание на глаза; перевод взгляда с ближнего на дальнее расстояние одним глазом.

Комплекс 5. Симптом – **головные боли в окологлазном пространстве** (боль в глазах)

Упражнения: пожимание плечами (круговые движения плечами); круговые движения головой; перевод взгляда с ближнего на дальнее расстояние одним глазом; вращательные движения большими пальцами руки; пальминг.

Комплекс 6. Симптом – **головная боль в конце дня.**

Упражнения: общее потягивание тела; пожимание плечами (круговые движения плечами); круговые движения головой; перевод взгляда с ближнего на дальнее расстояние одним глазом; перевод взгляда из угла в угол; пальминг.

Комплекс 7. Симптом – **раздражительность** во время или после работы за компьютером

Упражнения: напряжение глаз; перевод взгляда с ближнего на дальнее расстояние одним глазом; перевод взгляда с ближнего на дальнее расстояние двумя глазами; поочередное фокусирование взгляда на левом и правом углах комнаты; пальминг.

Комплекс 8. Симптом – **боли в бедрах, ногах, нижней части спины**

Упражнения: общее потягивание; потягивание мышц спины; напряжение нижней части спины.

Комплекс 9. Симптом – **воспаленные глаза**

Упражнения: выработка правильного мигания; быстрое мигание; упражнение на смыкание век; круговые движения головой; пальминг.

Комплекс 10. Симптом – ощущение напряженности в верхней части туловища (шея, спина, плечи, руки)

Упражнения: общее потягивание; напряжение спинных мышц; пожимание плечами (круговые движения); круговые движения головой.

Комплекс 11. Симптом – ощущения покалывания и боли в руках, запястьях, ладонях

Упражнения: общее потягивание; напряжение пальцев ладони; напряжение спинных мышц; быстрые махи пальцами.

Подробное описание упражнений приведено в литературе [16].

Комплексы упражнений для профилактики и снятия зрительного утомления

Упражнения способствуют усилению кровообращения, тонизируют глазные мышцы, уменьшают их утомляемость.

Вариант I

Занять исходное положение, сидя в удобной позе, спина прямая. Глаза открытые, взор устремлен прямо.

1 Посмотреть влево — прямо, вправо — прямо, вверх — прямо, вниз — прямо. Повторить цикл движений несколько раз (до 10). Постепенно вводить и увеличивать задержки глаз в отведенном положении, но при этом следить, чтобы не появлялась усталость.

2 Смещать взор по диагонали в следующей последовательности: влево — вниз — прямо, вправо — вверх — прямо, вправо — вниз — прямо, влево — вверх — прямо. Повторить весь цикл движений несколько раз. Постепенно увеличивать время задержек глазных яблок в положении крайнего отведения.

3 Круговые движения глаза: от 1 до 10 вращений по ходу часовой стрелки и против него.

4 Изменение точки фиксации: посмотреть на кончик носа, а затем - вдаль. Повторить несколько раз.

5 Смотреть прямо перед собой, фиксируя удаленный от глаз предмет. Стараться, раскрывая широко веки, не мигая, видеть его более четко.

6 Крепко сомкнуть веки, а затем в течение нескольких секунд часто моргать.

7 Сделать массаж век, мягко поглаживая их указательным и большим пальцем в направлении от носа к виску.

8 Без усилий, но плотно сомкнуть веки и прикрыть их ладонями, чтобы на 1 минуту полностью исключить воздействие на глаза света.

Вариант II

1 В положении «сидя» в течение 1-2 минут проделать частые мигательные движения век.

2 В положении «стоя» смотреть прямо перед собой 2-3 с. Затем перевести взор на кончик пальца правой вытянутой руки, расположенной по средней линии лица, и фиксировать его 4-5 с. После этого руку опустить и повторить все действия в описанном порядке 10-12 раз.

3 Вытянуть руки (стоя) и смотреть на кончик указательного пальца, расположенного по средней линии лица. Затем начать медленно приближать его к глазам до появления двоения. Цикл движений повторить 6-8 раз.

4 В положении «сидя» крепко сомкнуть (на 3-5 с) веки, а затем открыть их (на 3-5 с). Повторить эти движения 7-8 раз.

5 В положении «сидя» двумя или тремя пальцами правой и левой руки произвести умеренное надавливание через верхнее веко сначала на одно, а затем на другое яблоко.

6 В положении «стоя» кратковременно (на 3-5 с) зафиксировать двумя глазами кончик указательного пальца правой руки, расположенной по средней линии лица. Далее ладонью левой руки закрыть левый глаз и через 3-5 с убрать ее. Повторить смену фиксаций 5-6 раз. Затем упражнение выполнить, закрывая правый глаз.

7 Стоя, поднять правую руку вверх, слегка согнуть ее в локтевом суставе, вытянуть указательный палец и, медленно опуская, а затем поднимая руку, фиксировать обоими глазами его кончик.

8 Стоя, поднять глаза кверху, опустить их вниз, отвести вправо, а затем влево. Повторить цикл движений 6-8 раз.

9 Сидя, закрыть глаза и через верхнее веко проделать массаж глаз круговыми движениями пальцев.

Комплекс упражнений для позвоночника

Упражнение 1. Оказывает воздействие на ту часть позвоночника и нервной системы, которая связана с головой и глазными мышцами.

Исходное положение: лягте на пол лицом вниз, голову опустите, таз поднимите выше головы, спину выгните дугой. Тело опирается только на ладони и пальцы ног. Ноги расставлены на ширину плеч. Колени и локти выпрямлены.

Опустите таз почти до пола, как можно ниже. Руки и ноги сохраняйте прямыми – это придает позвоночнику особую напряженность. Поднимите голову и резко откиньте ее назад. Снова поднимите таз как можно выше, выгнув вверх спину, снова опустите. Делайте упражнение медленно.

Если вы правильно выполняете это упражнение, то через несколько движений почувствуете облегчение, так как происходит расслабление позвоночника.

Упражнение 2. Предназначено для стимуляции нервов, идущих к печени и почкам.

Исходное положение (и. п.) то же.

Поверните таз как можно больше влево, опуская левый бок как можно ниже, а затем вправо. Руки и ноги не сгибайте. Движение делайте медленно и постоянно думайте о растяжении позвоночника.

Это упражнение всегда будет оставаться достаточно трудным для выполнения.

Упражнение 3. В этом упражнении позвоночный столб расслаблен сверху донизу. Стимулируется каждый нервный центр. Облегчается состояние тазовой области. Усиливаются прикрепленные к позвоночнику мышцы, наиболее важные для поддержания его в вытянутом состоянии, стимулируется рост межпозвонковых хрящей.

И. п. — сядьте на пол, упритесь на расставленные прямые руки, расположенные чуть сзади, ноги согнуты.

Поднимите таз. Тело опирается на расставленные согнутые ноги и прямые руки. Поднимите тело до горизонтального положения позвоночника. Опуститесь в исходное положение. Повторите движение несколько раз. Это упражнение надо делать в быстром темпе.

Упражнение 4. Упражнение эффективно для всего позвоночника, растягивает его, приводя организм к сбалансированному состоянию.

И. п. — лягте на пол на спину, ноги вытянуты, руки в стороны.

Согните колени, подтяните их к груди и обхватите руками. Попытайтесь отвести колени и бедра от груди, не отпуская при этом рук. Одновременно поднимите голову и попытайтесь коснуться подбородком колен. Держите это положение туловища в течение пяти секунд.

Упражнение 5. Это упражнение — одно из самых важных, растягивающих позвоночник.

И. п. — то же, что и для упражнения № 1. Лягте на пол, лицом вниз, поднимите высоко таз, выгнув дугой спину, опустив голову и опираясь на прямые руки и ноги.

В таком положении обойдите комнату.

Выполнение упражнений этого комплекса строго индивидуально. Вначале каждое упражнение надо делать не более двух-трех раз. Через день можно увеличить до пяти и больше. Люди с нормально функционирующим позвоночником с легкостью выполняют их до 10 раз. Начиная регулярно заниматься комплексом, выполняйте всю программу ежедневно. После того, как вы почувствовали улучшения, можно сократить количество занятий до двух в неделю, чтобы сохранить позвоночник гибким и расслабленным.

Приложение М

Рекомендации по применению нормативно-технической документации

Таблица М.1 – Стандарты системы безопасности труда

Обозначение	Наименование
ССБТ. Подсистема 0	
ГОСТ 12.0.001-82	Основные положения
ГОСТ 12.0.002-80	Термины и определения
ГОСТ 12.0.003-74	Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
ССБТ. Подсистема 1	
ГОСТ 12.1.001-89	Ультразвук. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.1.002-84	Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах
ГОСТ 12.1.003-89	Шум. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.1.004-91	Пожарная безопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.005-88	Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
ГОСТ 12.1.006-84	Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
ГОСТ 12.1.007-76	Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
ГОСТ 12.1.009-76	Электробезопасность. Термины и определения
ГОСТ 12.1.010-76	Взрывобезопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.011-78	Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытаний
ГОСТ 12.1.012-90	Вибрационная безопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.018-79	Статическое электричество. Искробезопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.019-79	Электробезопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.029-80	Средства и методы защиты от шума
ГОСТ 12.1.030-87	Электробезопасность. Защитное заземление, зануление
ГОСТ 12.1.033-81	Пожарная безопасность. Термины и определения
ГОСТ 12.1.038-82	Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов
ГОСТ 12.1.040-83	Лазерная безопасность. Общие положения

Продолжение таблицы М.1

Обозначение	Наименование
ГОСТ 12.1.044-89	Пожароопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения
ГОСТ 12.1.045-84	Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
ССБТ. Подсистема 2	
ГОСТ 12.2.003-91	Оборудование производственное. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.009-80	Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.017-76	Оборудование кузнечно-прессовое. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.020-76	Электрооборудование взрывозащищенное. Термины и определения. Классификация. Маркировка
ГОСТ 12.2.022-80	Конвейеры. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.032-78	Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ сидя
ГОСТ 12.2.033-78	Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ стоя
ГОСТ 12.2.040-79	Гидроприводы объемные и системы смазочные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.049-80	Оборудование производственное. Общие эргономические требования
ГОСТ 12.2.061-81	Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам
ГОСТ 12.2.064-81	Органы управления производственным оборудованием. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.065-81	Краны грузоподъемные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.072-82	Роботы промышленные, роботизированные технологические комплексы и участки. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.074-82	Лифты электрические. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.119-88	Линии автоматические роторные и роторно-конвейерные. Общие требования безопасности
ССБТ. Подсистема 3	
ГОСТ 12.3.001-73	Пневмоприводы. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.002-75	Процессы производственные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.003-75	Работы электросварочные. Общие требования безопасности

Продолжение таблицы М.1

Обозначение	Наименование
ГОСТ 12.3.004-75	Термическая обработка металла. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.009-76	Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.020-80	Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.025-80	Обработка металлов резанием. Требования безопасности
ГОСТ 12.3.026-81	Работы кузнечно-прессовые. Требования безопасности
ГОСТ 12.3.027-81	Работы литейные. Требования безопасности
ССБТ. Подсистема 4	
ГОСТ 12.4.009-83	Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание
ГОСТ 12.4.011-89	Средства защиты работающих. Классификация
ГОСТ 12.4.021-75	Системы вентиляционные. Общие требования
ГОСТ 12.4.026-76	Цвета сигнальные и знаки безопасности
ГОСТ 12.4.040-78	Символы органов управления производственным оборудованием
ГОСТ 12.4.046-78	Методы и средства вибрационной защиты
ГОСТ 12.4.103-83	Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация
ГОСТ 12.4.125-83	Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация

Таблица М.2 – Стандарты системы «Человек – машина»

Обозначение	Наименование
ГОСТ 21033-75	Система «Человек – машина». Основные понятия. Термины и определения
ГОСТ 21034-75	Система «Человек – машина». Рабочее место человека-оператора. Термины и определения
ГОСТ 21480-76	Система «Человек – машина». Мнемосхемы. Общие эргономические требования
ГОСТ 21752-76	Система «Человек – машина». Маховики управления и штурвалы. Общие эргономические требования
ГОСТ 21753-76	Система «Человек – машина». Рычаги управления. Общие эргономические требования
ГОСТ 21786-76	Система «Человек – машина». Сигнализаторы звуковые речевых сообщений. Общие эргономические требования

Продолжение таблицы М.2

Обозначение	Наименование
ГОСТ 21829-76	Система «Человек – машина». Кодирование зрительной информации. Общие эргономические требования
ГОСТ 21889-76	Система «Человек – машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования
ГОСТ 21958-76	Система «Человек – машина». Зал и кабина оператора, взаимное расположение рабочих мест. Общие эргономические требования
ГОСТ 22269-76	Система «Человек – машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования
ГОСТ 22613-76	Система «Человек – машина». Выключатели и переключатели поворотные. Общие эргономические требования
ГОСТ 22614-76	Система «Человек – машина». Выключатели и переключатели клавишные и кнопочные. Общие эргономические требования
ГОСТ 22615-76	Система «Человек – машина». Выключатели и переключатели типа «Тумблер». Общие эргономические требования
ГОСТ 22973-76	Система «Человек – машина». Общие эргономические требования. Классификация
ГОСТ 23000-76	Система «Человек – машина». Пульты управления. Общие эргономические требования

Таблица М.3 – Нормативно-правовые акты Украины

Обозначение	Наименование
НПАОП 0.00-1.02-99	Правила будови і безпечної експлуатації ліфтів
НПАОП 0.00-1.03-02	Правила будови і безпечної експлуатації ван-тажопідіймальних кранів
НПАОП 0.00-1.07-94	Правила будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском
НПАОП 0.00-1.08-94	Правила будови і безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів
НПАОП 0.00-1.11-98	Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пару і гарячої води
НПАОП 0.00-1.17-92	Єдині правила безпеки при вибухових роботах
НПАОП 0.00-1.26-96	Правила будови і безпечної експлуатації парових котлів з тиском пари не більше 0,07 МПа (0,7кгс/см ²), водогрійних котлів і водопідігрівачів з температурою нагріву води не вище 115°С

Продолжение таблицы М.3

Обозначение	Наименование
НПАОП 0.00-1.29-97	Правила захисту від статичної електрики
НПАОП 0.00-1.30-01	Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями
НПАОП 0.00-1.31-99	Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин
НПАОП 0.00-1.36-03	Правила будови і безпечної експлуатації підйомників
НПАОП 0.00-1.42-83	Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при холодній обробці металів
НПАОП 0.00-1.48-91	Правила охорони праці при холодній обробці металів
НПАОП 0.00-4.09-93	Типове положення про комісію з питань охорони праці підприємства
НПАОП 0.00-4.11-93	Типове положення про роботу уповноважених трудових колективів з питань охорони праці
НПАОП 0.00-4.12-05	Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці
НПАОП 0.00-4.15-98	Положення про розробку інструкцій з охорони праці
НПАОП 0.00-4.21-04	Типове положення про службу охорони праці
НПАОП 0.00-4.33-99	Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій
НПАОП 0.00-5.37-87	Інструкція з безпечної експлуатації підземних ліфтових установок на рудниках та шахтах гірничорудної та нерудної промисловості
НПАОП 0.00-6.02-04	Порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві
НПАОП 0.00-6.23-92	Про порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці
НПАОП 0.00-7.06-94	Єдина державна система показників обліку умов та безпеки праці
НПАОП 0.00-8.24-05	Перелік робіт з підвищеною небезпекою
НПАОП 27.1-1.04-97	Правила безпеки у прокатному виробництві
НПАОП 27.2-1.06-87	Правила безпеки у трубному виробництві
НПАОП 27.2-7.07-82	ОСТ 14.20-95-82 Виробництво труб. Загальні вимоги безпеки
НПАОП 27.5-1.15-97	Правила безпеки у ливарному виробництві
НПАОП 28.0-1.01-90	Галузеві правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при холодній обробці металів на металорізальних верстатах

Продолжение таблицы М.3

Обозначение	Наименование
НПАОП 28.0-1.02-83	Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при холодній обробці металів
НПАОП 28.4-1.02-90	Правила техніки безпеки і виробничої санітарії в ковальсько-пресовому і листоштампувальному виробництві
НПАОП 28.4-1.07-85	Правила охорони праці в ковальсько-пресовому виробництві
НПАОП 28.4-1.18-59	Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії в ковальсько-пресовому виробництві
НПАОП 28.4-1.31-89	Правила з охорони праці у ковальсько-пресовому виробництві
НПАОП 28.5-1.02-68	Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при термічній обробці металів
НПАОП 28.5-1.34-90	Правила безпеки при обробці металів різанням
НПАОП 28.5-7.19-82	ОСТ 1.42142-82. Обробка металів різанням. Загальні вимоги безпеки
НПАОП 28.51-1.03-87	Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при термічній обробці металів
НПАОП 28.51-1.11-67	Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при термічній обробці металів
НПАОП 28.51-1.26-88	Правила з охорони праці при термічній обробці металів
НПАОП 28.52-1.30-89	Правила з охорони праці у зварювальному виробництві
НПАОП 40.1-1.01-97	Правила безпечної експлуатації електроустановок
НПАОП 40.1-1.07-01	Правила експлуатації електрозахисних засобів
НПАОП 40.1-1.21-98	Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів
НПАОП 45.2-4.01-98	Положення про безпечну та надійну експлуатацію виробничих будівель і споруд

Таблица М.4 – Нормы и правила безопасности

Обозначение	Наименование
СН 245-71	Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий
ОНТП 24-86	Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности
СНиП II-4-79	Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования

Продолжение таблицы М.4

Обозначение	Наименование
СНиП 2.01.02-85	Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений
СНиП 2.09.02-85	Производственные здания
СНиП 2.09.04-87	Административные и бытовые здания
СНиП 2.04.05-91	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха
СНиП III-84-76	Система автоматизации
ДСанПіН 3.3.2-007-98	Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин

Приложение Н

Перечень вопросов для дипломного проектирования

Рациональный цветовой интерьер производственного помещения и его роль для производительного труда

- Определение связи цветового оформления с охраной труда.
- Характеристика формы и размера помещения, его расположения по отношению к сторонам света, климатических условий, особенностей технологических и эксплуатационных требований, типа осветительных устройств и условий зрительной работы.
 - Способность глаза различать цвета по световому, цветовому тону и насыщенности. Особенности цветового восприятия.
 - Психологическая ценность и эффективность цветов.
 - Расчет освещенности в помещении.

Рациональное устройство информационных табло

- Характеристика помещения и рабочего места оператора, скорость цикла регулирования.
- Структурная схема системы управления.

- Функциональные возможности оператора, требования к информации; графики, эскизы.
- Эргономические рекомендации по конструированию системы отображения информации. Размер и компоновка индикаторов, шкал; освещение и цвет элементов сигнализации. Эскизы, схемы.
- Количественная оценка качества изображения, расчет критерия оценки.
- Цветовое решение системы отображения информации.

Эргономические рекомендации по конструированию систем отображения информации

- Исследование эмоционального состояния человека при воздействии на него внешних ритмических раздражений (звуковых, световых, электрических) путем регистрации биопотенциалов головного мозга.
- Размер и компоновка индикаторов шкал; освещение и цвет элементов сигнализации.
- Количественная оценка качества изображения, расчет критерия оценки.

Особенности труда при работе с индикаторным устройством на электронно-лучевой трубке

- Назначение индикатора.
- Функции оператора. Основные характеристики его зрительной системы (чувствительность, адаптация, время инерции глаза, пропускная способность оператора).
- Согласование характеристик оператора и индикатора (выбор формы знаков и символов и методы их формирования, определение количества информации).
- Выбор режима работы электронно-лучевой трубки (яркость линии развертки, скорость развертки, яркость отметок, яркость свечения экрана, время послесвечения).
- Выбор уровня внешнего освещения и фильтра для трубки.

- Организация мероприятий, направленных на снижение утомляемости оператора во время работы (рабочая поза, ритм работы, рекомендации по пользованию масштабом развертки, шкалами, сетками).

Разработка конструкции кабины наблюдения или пульта дистанционного управления при работе с шумящим оборудованием

- Дать краткую характеристику источников шума, их шумовые характеристики.
- Привести схему расположения источников шума и кабины наблюдения. Нанести на схему расчетную точку.
- Определить уровни шума в расчетной точке и звукоизолирующую способность элементов кабины.
- Подобрать конструкцию элементов ограждения.

Выбор схемы устройства защитного отключения для ЭВМ

- Характеристика защищаемой электроустановки (ее структурная схема) и помещения, опасность поражения током при нормальном и аварийном режимах работы рассматриваемых блоков ЭВМ.
- Требования Правил устройства электроустановок к максимальной токовой защите ЭВМ и защите от поражения током.
- Выбор схемы устройства защитного отключения (УЗО), обоснование, принципиальная схема.
- Расчет установки УЗО.
- Анализ защитных свойств выбранного УЗО и его надежность.
- Проверочный расчет одной из принятых в блоке ЭВМ систем защиты (пассивной, схемной, активной) и защиты от перегрузок и перенапряжений.
- Эффективность проектируемой защиты.

Меры защиты, обеспечивающие безопасность эксплуатации передвижной электроустановки

- Условия работы передвижной электроустановки (температура, влажность, вибрация, шум, ударные нагрузки и т. п.).

- Требования ПУЭ, ПТЭ и ПТБ к устройству и эксплуатации передвижных электроустановок.
- Выбор и обоснование системы защиты от поражения током.
- Выбор прибора или схемы непрерывного контроля изоляции сети, питающей передвижную установку.
- Электротехнические защитные средства на установке.
- Эффективность мер защиты от поражения током.

Вопросы инженерной психологии применительно к организации пульта управления

- Характеристика помещения, где находится рабочее место оператора, потенциальные факторы, влияющие на повышение утомляемости и снижение производительности труда, диаграмма зон комфорта.
- Требование к пульту управления. Определить зрительное поле глаз, рабочую позу, рабочую зону, конструкцию органов управления, цветовую гамму рабочего места. Привести эскиз.
- Выполнить компоновку приборов и органов управления на пульте управления, привести эскиз.
- Расчет комфортных условий (шумоглушение, естественное и искусственное освещение, кондиционирование воздуха и т. п.).
- Оценка проекта рабочего места оператора в соответствии с действующими нормами по охране труда.

Разработка блокировки безопасности

- Характеристика высоковольтной установки.
- Категория помещения, в котором ведется работа с высоковольтной установкой, по степени опасности поражения электротоком.
- Выбор типа схемы блокировки. Описание работы схемы.
- Оценка эффективности блокировки безопасности.

Вопросы эргономики и их решение для создания комфортных условий труда

- Характеристика влияния условий и ритма труда, освещенности, неблагоприятных факторов (шума, запыленности помещения и др.) на утомляемость и снижение производительности труда.
- Характеристика условий труда.
- Эргономические требования к рабочему месту.
- Психологические требования к рабочему месту.
- Выбор и обоснование рабочей зоны, рабочей позы в рассматриваемых условиях, оптимального сиденья, рациональной конструкции стола, эстетического оформления рабочего места.
- Схема рабочего места с указанием рабочей плоскости, сиденья, источников света и расположения основного и вспомогательного оборудования.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Автоматизация процессов 22, 75

Безопасность

- автоматизированного производства 78
- оборудования производственного 21
- объектов повышенной опасности 33
- процессов производственных 28
- роботизированного производства 85
- электрических установок 156

Заземление защитное

- расчет 176
- устройство

Зануление

- расчет 150
- устройство 147

Здания производственные

- категория взрывопожарной и пожарной опасности 18
- молниезащита 163
- планировка 10
- форма и размер 9

Знаки безопасности 27

Зоны досягаемости 30, 55

Зоны зрительного наблюдения 56, 103, 116

Информационная модель 48

Коэффициент эргономичности 69

Механизация процессов 75

Оборудование производственное

- коэффициент безопасности 34

- обеспечение безопасности 21
- Опасная зона 85
- Органы управления 63, 81, 98
- Отключение защитное
 - расчет 154, 181
 - устройство 152

- Пожарная безопасность 18
 - отраслевых объектов 207
 - при работе на ПЭВМ 173
 - при эксплуатации электроустановок 173
- Помещения производственные
 - взрывоопасные зоны 174
 - классификация 137
 - пожароопасные зоны 174
 - требования безопасности 10
 - цветовое оформление 11, 17, 208
- Предприятие промышленное
 - выбор площадки 7
 - генеральный план 8
 - категория опасности 14
 - санитарно-защитная зона 7
- Процессы производственные
 - обеспечение безопасности 29
 - требования 28
- Пульт управления
 - классификация 98
 - выбор формы и размера 98
 - обеспечение безопасности 100

- Работа на ПЭВМ
 - анализ ОиВПФ 183
 - гимнастика профилактическая 225, 271
 - медицинское освидетельствование 223
 - нарушение здоровья пользователей 193

- питание пользователей 223
- правовое обеспечение 196
- режим труда и отдыха 200
- требования к оборудованию 215
- требования к организации рабочего места 209
- требования к помещениям 203
- требования к работникам 200

Рабочее место

- организация 30, 50, 58
- требования 13
- эргономическая оценка 66

Рабочая поверхность 58

Рабочая поза 54

Рабочее положение 52

Рабочее сиденье 65

Расчет

- акустической обработки помещения 228
- вентиляции помещения 36, 40
- звукоизолирующей способности перегородки 109
- интенсивности тепловых излучений 111
- искусственного освещения помещения 113, 229,
- коэффициента безопасности 35
- коэффициента эргономичности 69
- освещенности пульта управления 114
- теплопоглощающего экрана 111
- уровня шума на рабочем месте 109

Система электрозащитных средств 156

Средства защиты

- индивидуальные 24
- классификация 24, 25
- коллективные 25
 - ограждающие 25
 - предохранительные 25
 - специальные 28

средства контроля и сигнализации 26
средства дистанционного управления 28
Средства отображения информации 60, 101

Требования безопасности

- к автоматическим линиям 80
- к конвейерам 84
- к оборудованию 21
- к персоналу 32, 33
- к промышленным роботам 87
- к пульту управления 98
- к режиму труда и отдыха при работе на ПЭВМ 200
- к средствам защиты 23
- к электроустановкам 173

Условия труда, особенности

- при работе на ПЭВМ 182
- при обслуживании автоматов и роботов 75, 86
- при обслуживании электроустановок 159

Цвета сигнальные 26

Электробезопасность

- автоматических линий 83
- отраслевых объектов 119
- при работе на ПЭВМ 207
- первая помощь пострадавшим 168

Электротравматизм

- классификация 120
- причины 135

Электроустановки

- группы и категории работ 158
- организация безопасной работы 156
- техническое освидетельствование 34
- требования к персоналу 138

- устройство, исполнение 173

Эргономика 43

Эргономические требования

- к оборудованию 21

- к организации деятельности оператора 47

- к организации рабочих мест 50, 58, 69

- к организации системы «человек – машина» 45

- к пульту управления 98

- к техническим средствам деятельности 50

- классификация 44

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Безопасность жизнедеятельности в машиностроении / Под ред. Ю.М. Соломенцева. - М.: Высш. шк., 2002. – 310 с.
- 2 Безопасность производственных процессов: Справочник / Под ред. С.В. Белова. - М.: Машиностроение, 1985. - 448 с.
- 3 Безопасность труда в промышленности: Справочник / К.Н. Ткачук, П.Я. Галушко, Р.В. Сабарно и др. - К.: Техника, 1982. – 231 с.
- 4 Бургсдорф В.В. Заземляющие устройства электроустановок / В.В. Бургсдорф, А.И. Якобс. – М.: Энергоиздат, 1987. – 399 с.
- 5 Введение в эргономику / Под ред. В.П. Зинченко. – М.: Советское радио, 1974. – 352 с.
- 6 Вентиляция и отопление цехов машиностроительных заводов / М.И. Гримитлин, О.Н. Тимофеева, В.М. Эльтерман и др. – М.: Машиностроение, 1978. – 272 с.
- 7 Виноградов Б.В. Безопасность труда и производственная санитария в машиностроении: Сборник расчетов. – М.: Машиностроение, 1963. – 264 с.
- 8 Волков Ю.Н. Безопасность производственных процессов в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1972. – 168 с.
- 9 Войненко В.М. Эргономические принципы конструирования / В.М. Войненко, В.М. Мунипов. – К.: Техника, 1988. – 119 с.
- 10 Гажаман В.І. Електробезпека на виробництві: Навч. посібник. – К.: Охорона праці, 2002. – 272 с.
- 11 Геврик Є.О. Охорона праці. – К.: Ельга: Ніка-Центр, 2003. – 280 с.
- 12 Глиняная Н.М. Охрана труда в литейном производстве / Н.М. Глиняная, А.Н. Фесенко. – Краматорск: ДГМА, 2004. – 168 с.
- 13 Гмошинский В.Г. Теоретические основы инженерного прогнозирования / В.Г. Гмошинский, Г.И. Флиорент. – М.: Наука, 1971. – 304 с.
- 14 Гордон Г.Ю. Электротравматизм и его предупреждение / Г.Ю. Гордон, Л.И. Вайнштейн. – М.: Энергоиздат, 1986. – 256 с.
- 15 Дементій Л.В. Охорона праці в механічних та складальних цехах / Л.В. Дементій, С.А. Гончарова. – Краматорськ: ДДМА, 2005. – 312 с.
- 16 Демирчоглян Г.Г. Компьютер и здоровье. – М.: Лукоморье, 1997. – 256 с.

- 17 Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: Энергия, 1979. – 407 с.
- 18 Жидецкий В.Ц. Основы охорони праці / В.Ц. Жидецкий, В.С. Джигерей, О.В. Мельников. – Львів: Афіша, 2000. – 350 с.
- 19 Жидецкий В.Ц. Охорона праці користувачів комп'ютерів. - Львів: Афіша, 2000. – 176 с.
- 20 Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проєктів інженерно-будівельних спеціальностей: Навч. посібник / За ред. В.В.Сафонова. – К.: Основа, 2000. – 336 с.
- 21 Клименко Н.А. Практикум по электробезопасности. – К.: УМК ВО, 1989. – 216 с.
- 22 Кобевник В.Ф. Охрана труда. – К.: Вища шк., 1990. – 286 с.
- 23 Коваль В. І. Управління охороною праці в промисловості: Навч. посібник / В. І. Коваль, В.А. Скороходов. – К.: Професіонал, 2005. – 448 с.
- 24 Козьяков А.Ф. Охрана труда в машиностроении / А.Ф. Козьяков, Л.Л. Морозова. – М.: Машиностроение, 1990. – 256 с.
- 25 Коновалова С.А. Курс лекций по дисциплине «Охрана труда в отрасли» для студентов специальности ПТМ / С.А. Коновалова, Г.И. Чижиков, В.Г. Крупко. – Краматорск: ДГМА, 2006. – 232 с.
- 26 Королькова В.И. Электробезопасность на промышленных предприятиях. – М.: Машиностроение, 1970. – 522 с.
- 27 Краснов Л.М. Охрана труда в условиях повышенной опасности. – Днепропетровск: Проминь, 1977. – 160 с.
- 28 Лагунов Л.В. Борьба с шумом в машиностроении / Л.В. Лагунов, Г.Л. Осипов. – М.: Машиностроение, 1980. – 150 с.
- 29 Манойлов В. Е. Основы электробезопасности. – Л.: Энергоиздат, 1991. – 480 с.
- 30 Маньков В.Д. Защитное заземление и зануление электроустановок: Справочник / В.Д. Маньков, С.Ф. Заграничный. – СПб.: Политехника, 2005. – 400 с.
- 31 Миценко І.М. Умови праці на виробництві. – Кіровоград: КРД, 1999. – 324 с.
- 32 Охрана окружающей среды: Учебник для техн. спец. вузов / Под ред. С.В. Белова. – М.: Высш. шк., 1991. – 319 с.

- 33 Охрана труда в машиностроении: Учебник для вузов / Под ред. Е.Я. Юдина. – М.: Машиностроение, 1993. – 432 с.
- 34 Охрана труда в электроустановках / Под ред. Б.А. Князевского. – М.: Энергоиздат, 1983. – 336 с.
- 35 Охрана труда на предприятии с позиции действующего законодательства / В.Н. Иванов, В.И. Дейнека, Б.М. Коржик и др. – Харьков: Центр Консулат, 2003. – 248 с.
- 36 Навакатилян А.О. Охрана труда пользователей компьютерных видеодисплейных терминалов / А.О. Навакатилян, В.В. Кальниш, С.Н. Стрюков. – К.: Охрана труда, 1997. – 400 с.
- 37 Павленко А.Р. Компьютер, TV и здоровье: решение проблемы. – К.: Основа, 1998. – 152 с.
- 38 Пелевин Б.В. Предупреждение пожаров от электроустановок на промышленных предприятиях. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1972. – 96 с.
- 39 Практикум із охорони праці: Навч. посібник / За ред. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
- 40 Равикович И.Д. Техника безопасности в передвижных электроустановках. – М.: Энергия, 1971. – 104 с.
- 41 Ревякин А.И. Электробезопасность и противопожарная защита в электроустановках / А.И. Ревякин, Б.И. Кашолкин. – М.: Энергоиздат, 1980. – 160 с.
- 42 Сивко В.Й. Розрахунки з охорони праці. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 152 с.
- 43 Справочная книга по охране труда в машиностроении / Под ред. О.Н. Русака. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. – 541 с.
- 44 Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование: Справочник / Под ред. С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 1989. – 368 с.
- 45 Хомяков А.М. Средства защиты работающих, применяемые в электроустановках. – М.: Энергоиздат, 1981. – 112 с.
- 46 Чижиков Г.И. Краткий конспект лекций по курсу «Охрана труда в отрасли» для студентов специальностей ОМД и МТО / Г.И. Чижиков, И.Л. Марченко, Б.Е. Михайленко и др. – Краматорск: ДГМА, 2003. – 116 с.

47 Чижиков Г. І. Охорона праці в галузі: Курс лекцій для студентів спеціальності МО / Г. І. Чижиков, С.А. Гончарова, Ю.К. Доброносів. – Краматорськ: ДДМА, 2004. – 140 с.

48 Чижиков Г.И. Краткий конспект лекций по курсу «Охрана труда в отрасли» для студентов специальности «Сварочное производство» / Г.И. Чижиков, А.Г. Гринь, Ю.В. Менафова. – Краматорск: ДГМА, 2006. – 156 с.

49 Чернозубов И.Е. Компьютер и дети. – М.: Компания «Алекс», 1998. – 96 с.

50 Шоба В.А. Экология. Задачи и упражнения. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. – 64 с.

51 Электробезопасность на промышленных предприятиях: Справочник / Р.В. Сабарно, А.Г. Степанов, А.В. Слонченко и др. – К.: Техника, 1985. – 288 с.

52 Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 240 с.

53 Эргономика: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.В. Адамчук. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 254 с.

54 Эргономика и безопасность / Л.П. Боброва-Голикова, О.М. Мальцева, Н.А. Коханова и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 112 с.

55 План-пам'ятка до вивчення курсу «Охорона праці в галузі» для студентів спеціальності «Автоматизоване управління технологічними процесами і виробництвами» / Укл.: Л.В. Дементій, Ю.П. Холмовой. – Краматорськ: ДДМА, 2003. – 56 с.

56 План-пам'ятка до вивчення курсу «Охорона праці в галузі» для студентів спеціальності «Інформаційні технології проектування» / Укл.: Л.В. Дементій, Г.Л. Юсіна, Д.А. Романьков. – Краматорськ: ДДМА, 2005. – 60 с.

57 План-пам'ятка до вивчення курсу „Охорона праці в галузі” для студентів спеціальності «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» / Укл.: Л.В. Дементій, Г.Л. Юсіна.– Краматорськ: ДДМА, 2006. – 36 с.

Навчальне видання

**ДЕМЕНТІЙ Лариса Володимирівна,
ЮСІНА Ганна Леонідівна**

ОХОРОНА ПРАЦІ В АВТОМАТИЗОВАНОМУ ВИРОБНИЦТВІ.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ

(Російською мовою)

Редактор	Н.О.Хахіна
Комп'ютерна верстка	О.П.Ордіна

44/2006. Підп. до друку	Формат 60x84/16.
Папір офсетний. Ум. друк. арк.	. Обл.-вид. арк.
Тираж 200 прим. Зам. №	

Видавець і виготівник
“Донбаська державна машинобудівна академія”
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру
серія ДК №1633 від 24.12.03
