# 4 ОХРАНА ТРУДА, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-АНТРОПОМЕТРИЕСКОЙ ЭРГОНОМИЧЕСКОЙ СОВМЕСТИМОСТИ РАБОТНИКА И ТЕХНИЧЕСКОГО СРЕДСТВА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧЕГО МЕСТА

### 4.1 Сущность пространственно-антропометрической эргономической совместимости

Технологический прогресс и широкое внедрение в производство информационных технологий значительно изменяют содержание и условия труда, что является предпосылкой для облегчения труда человека, освобождение его от выполнения однообразных трудоемких ручных операций, и вместе с тем, приводит к появлению новых факторов, негативно влияющих на организм работников, среди которых на первое место выходит повышенная напряженность труда, обусловленная высокими требованиями к уровню психической деятельности человека. Поэтому внедрение в производство новейших технологий может быть успешно реализовано и дать положительный эффект лишь при достаточно полном учете характера все усложняющихся связей между человеком и техническим окружением, всестороннего учета возможностей человека (человеческого фактора), его физиологических, психологических, антропометрических, эстетических и других свойств. Исследование и использование связей, реально имеющих место в системе человек – производственная среда, является предметом эргономики - научного направления, возникшего в середине XX века.

Эргономика изучает вопросы оптимального распределения и согласования функций между человеком и машиной, на основании чего проектируется процесс деятельности человека, его функции, обосновываются оптимальные требования к техническим средствам и производственной среде.

Рациональная совместимость возможностей человека и характеристик технических средств, оптимальное распределение функций между элементами системы «человек-машина» существенно повышают ее надежность, эффективность и обусловливают оптимально использование человеком технических средств в соответствии с их назначением.

Для решения указанных задач эргономика использует данные и методы наук, изучающих свойства и возможности человека – физиологии, психологии, социологии и гигиены труда, антропологии, инженерной психологии и др. На их основании разрабатываются эргономические требования и рекомендации к различным видам технических средств, видам деятельности, организации трудового процесса, рабочим местам и производственной среде.

Как следует из ранее сказанного, система «человек – техническое средство – производственная среда» (или «человек-машина») может работать надежно, эф-фективно и с минимальным риском для здоровья человека при обеспечении информационной, антропометрической, биофизической, энергетической, технико-эстетической и других совместимостей характеристик технического средства, производственной среды с психофизиологическими и другими свойствами и особенностями человека.

Информационная совместимость заключается в обеспечении такой ин-формационной модели устройства (машины) – средств отображения информации (СОИ) и сенсомоторных устройств (органы управления), которая отражала бы все нужные характеристики машин в данный момент и позволяла человеку (оператору) безошибочно принимать и перерабатывать информацию, в соответствии с его психофизиологическими характеристиками и возможностями (информационными зонами визуального поля, особенностями внимания, памяти и т.п.).

Информационная модель позволяет человеку анализировать состояние управляемого объекта, принимать решения и осуществлять контроль и управление производственным процессом. Она должна адекватно отражать управляемый объект, состояние самой системы управления, обеспечивать оптимальный объем информации и т.д.

Средства отображения информации (СОИ) предназначены для получения человеком сведений о состоянии объекта управления. Эти данные предъявляются человеку в виде количественных и качественных характеристик. В сложных системах средства отображения информации зачастую становятся единственным источником информации об управляемом объекте и производственном процессе, т.к. объекты управления могут быть невидимы, неслышимы и неосязаемы.

Средства отображения информации бывают визуальные (зрительные) и акустические (звуковые).

К визуальным СОИ относятся различные индикаторы (алфавитно-цифровые, знаковые, механические, на электронно-лучевых трубках и др.), используемые для отображения нескольких параметров одного объекта, сигнализаторы, табло и мнемосхемы, которые используются для наглядного отображения функционально-технологической схемы управляемого объекта и информации о его состояниях, достаточной для принятия правильных решений; отображения связи и характера взаимодействия управляемого объекта с другими объектами и внешней средой; сигнализации о нарушениях в работе объекта; быстрого выявления, локализации и способов ликвидации неисправностей.

Звуковые СОИ подразделяются на сигнализаторы речевых звуковых сообщений и системы речевой коммуникации. Звуковые информационные средства применяются для предупредительных или аварийных сигналов с целью снижения нагрузки на зрительный анализатор человека, а также при неблагоприятных условиях зрительной работы (ограниченная видимость, большая пространственная протяжённость объекта и т.п.). Речевая коммуникация применяется для обеспечения гибкой связи между работающими, когда требуется быстрый двусторонний обмен информацией, то есть в ситуациях, когда есть опасность ошибочного опознания неречевого кода. В качестве звуковых информационных средств используются гудки, звонки, сирены, свистки, зуммеры и пр.

Акустические СОИ должны отвечать требованиям, которые исходят из психофизиологических возможностей человека, основных параметров слуховых ощущений (громкости, высоты и длительности звука).

Следует иметь в виду, что временной порог чувствительности слухового анализатора (длительность звукового сигнала), необходимый для возникновения слухового ощущения, так же как и пороги по интенсивности и частоте, не является постоянной величиной.

Органы управления предназначены для передачи управляющих воздействий от человека к машине и обеспечивают реализацию принятого решения (введение в действие дополнительных органов объекта управления, ввод и вывод информации на СОИ и т.п.).

Ораны управления состоят из приводного элемента и исполнительной части. Приводные элементы органов управления являются элементами рабочего места, с которым непосредственно соприкасается оператор, поэтому эргономические требования к ним должны учитывать анатомические, биомеханические и психофизиологические свойства человека.

Органы управления подразделяются на несколько группировок.

По характеру выполнения действий различают три группы органов управле-ния:

* органы управления одномоментного воздействия на систему, требующие движений, включения, выключения или переключения (нажатие кнопки, переключе-ние тумблера, поворот переключателя и т.п.);
* органы управления, требующие повторяющихся движений: вращательных, нажимных, ударных (набор программы, печатание, перемещение рычага и т.п.);
* органы управления, требующие точных дозированных движений (поворот-ные кнопки радиоэлектронных устройств и т.п.).

По направлению перемещения приводимых элементов органы управленияделятся на линейные (кнопки, педали), вращающиеся (поворотные кнопки) и смешанные (рычаги, тумблеры).

В зависимости от участия верхней или нижней конечностей в перемещении приводного элемента органы управления бываю ручные и ножные.

По степени важности и частоте использования органы управления делятся на органы управления постоянного (основного оперативного), периодического и эпизодического действия или на используемые очень часто, часто, редко.

Первая группа используется для анализа и оценки пространственно-компоновочного решения организации рабочего места, вторая – для оценки степени тяжести и напряжённости труда.

По конструктивному исполнению органы управления подразделяются на кнопки и клавиши, рычажные переключатели (тумблеры), поворотные выключатели и переключатели, рычаги, педали, ножные кнопки и др.

Выбор органов управления зависит от характера управляющих действий (включение, переключение, регулирование т.п.); требований к усилиям, точности, диапазону и скорости управляющих движений: рабочего положения тела человека (стоя, сидя, лёжа); характера информации, предъявляемой оператору и вводимой им в машину; места расположения органа управления; размера, структуры и расположения отведенного пространства, типа рабочего места (стационарное, подвижное) и др.

Рекомендуется использовать преимущественно ручные органы управления, т.к. в этом случае можно управлять множеством органов, а при использовании ножных – не более двух органов. Ножные органы управления рекомендуется использовать, когда требуется непрерывное выполнение операции управления при неболь-шой точности, когда прикладываемое усилие превышает 90Н, или когда руки оператора перегружены другими операциями управления.

Органы управления в виде поворотных включателей и выключателей, нажимных кнопок, тумблеров рекомендуется применять для операций, требующих незначительных усилий и редко осуществляемых. Нажимные кнопки, клавиши рекомендуется использовать для выполнения часто повторяющихся операций, не требующих приложения значительных физических усилий.

Органы управления поворотного типа (поворотные кнопки, маховики и т.п.) с большим числом оборотов следует применять в тех случаях, когда требуется высокая точность в широком диапазоне непрерывного регулирования. Органы управления с дискретным регулированием следует использовать, если объектом можно управлять при помощи ограниченного числа дискретных перемещений с небольшой точностью.

Рычажные органы управления рекомендуется применять для выполнения ступенчатых переключений и плавного динамического регулирования одной или двумя руками при средних или больших усилиях.

Пространственно-антропометрическая совместимость предполагает необходимость учёта размеров тела человека, его возможности обзора внешнего пространства, определения зоны досягаемости для конечностей и др.

Антропометрические характеристики человека подразделяются на статические и динамические. К статическим характеристикам относятся размеры тела и его отдельных частей – рук, ног, кистей, стоп и т.п. К динамическим – возможные углы поворота отдельных частей тела, зоны досягаемости.

Биофизическая совместимость предполагает создание параметров (ха-рактеристик) окружающей (производственной) среды – уровней шума, вибрации, освещения, параметров микроклимата и т.п. – соответствующих нормативным документам и обеспечивающих приемлемую работоспособность и нормальное физиологическое состояние оператора.

Энергетическая (биомеханическая) совместимость предусматривает со-гласование прилагаемых усилий, затрачиваемой мощности, скорости и точности движений ручных и ножных органов управления, биомеханическими возможностями человека и в зависимости от частоты их использования и важности располагаться в соответствующих зонах досягаемости. Усилия на органах управления не должны быть слишком маленькими, чтобы можно было контролировать выполненные действия и не слишком большими, т.к. большие усилия приводят к быстрой усталости и перенапряжению мышц.

Технико-эстетическая совместимость заключается в обеспечении удов-летворённости человека от общения с машиной (прибором), от трудового процесса, за счёт изящного исполнения устройства и его дизайна.

### 4.2 Характеристика трудового процесса и трудовых функций работника

Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением и нервно-эмоциональной нагрузкой операторов, высокой напряженностью зрительной работы и достаточно большой нагрузкой на мышцы рук при работе с клавиатурой ЭВМ. Большое значение имеет рациональная конструкция и расположение элементов рабочего места, что важно для поддержания оптимальной рабочей позы человека-оператора.

Особенностью работы с ИСС является повышенное зрительное напряжение, связанное с работой с компьютером и со слежением за информацией, а также влияние других неблагоприятных факторов: шум машин, тепловыделения, вредные вещества, различные виды излучения, особенности технологического процесса и организации рабочих мест. Пользователи утомляются из-за постоянного эффекта мелькания, неустойчивости и нечеткости изображения, необходимости частой переадаптации к освещенности экрана дисплея, а также общей освещенности помещения.

Неблагоприятными также являются нечеткость и слабая контрастность изображения на экране, расплывчатость, яркие вспышки света. На орган зрения воздействуют появление ярких пятен за счет отражения светового потока на клавиатуре и экране, различие в освещенности рабочей поверхности и ее окружения. Труд специалистов по обслуживанию вычислительной техники характеризуется повышенным уровнем психического напряжения. Последнее усиливается при угрозе какой-либо опасности во время работы с комплексом. Стрессовые ситуации могут быть связаны со сложностями трудовой деятельности, необходимостью поддерживать постоянное внимание, ответственностью за качество выполняемой работы.

Признаками запредельного психического перенапряжения (переутомления) являются неправильные, ошибочные действия пользователя, уменьшение скорости двигательных реакций, снижение в целом физической активности, наблюдается также головная боль, усталость мышц спины, шеи и рук, резь в глазах, приводящие к ухудшению состояния здоровья, работающего с ПЭВМ, и снижению работоспособности. Одним из важных факторов, которые влияют на работоспособность и состояние здоровья пользователей ПЭВМ является организация рабочего места. Неправильная организация рабочего места приводит к общей усталости, головным болям, усталости мышц рук, болям в спине и шее. Такие негативные моменты чаще всего возникают из-за несоответствия помещений и организации рабочих мест эргономическим требованиям и санитарно-производственным нормам.

Выше изложенное явилось обоснованием к реализации требований пространственно-антропометрической совместимости пользователя и рабочего места.

### 4.3 Проектирование рабочего места с реализацией требований пространственно-антропометрической совместимости

Рабочее место и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. Большое значение имеет также характер работы. В частности, при организации рабочего места пользователя службы должны быть соблюдены следующие основные условия:

− оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места;

− достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения;

− необходимо естественное и искусственное освещение для выполнения поставленных задач;

− уровень акустического шума не должен превышать допустимого значения.

− достаточная вентиляция рабочего места;

Эргономическими аспектами проектирования рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость рабочего места и его элементов.

Главными элементами рабочего места являются письменный стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя.

Рабочая поза сидя вызывает минимальное утомление. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

Моторное поле ⎯ пространство рабочего места, в котором могут осуществляться двигательные действия человека.

Максимальная зона досягаемости рук ⎯ это часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона ⎯ часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом.

На рисунке 8 приведены зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости [11].

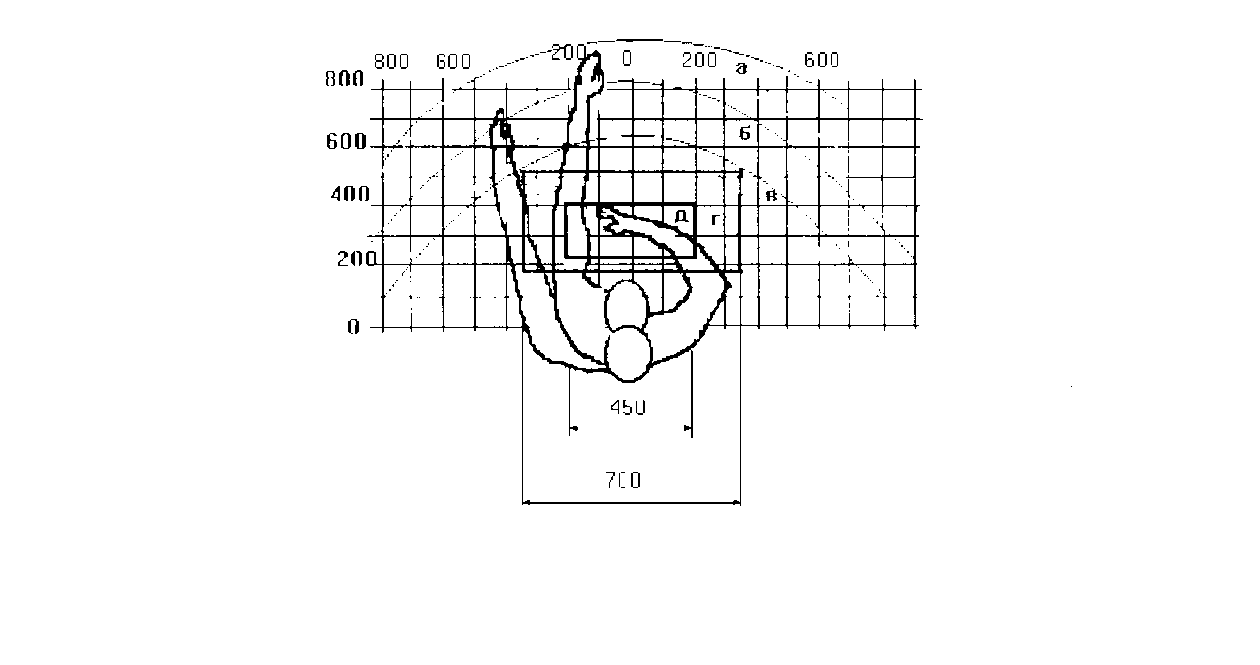


Рисунок 8—Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости

Условные обозначения элементов, приведенных на рисунке 8:

А - зона максимальной досягаемости;

Б - зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;

В - зона легкой досягаемости ладони;

Г - оптимальное пространство для тонкой ручной работы;

Д - оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Рассмотрим оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости рук:

− дисплей размещается в зоне А (в центре);

− клавиатура - в зоне Г;

− системный блок размещается в зоне Б (слева);

− принтер, при необходимости, находится в зоне А (справа);

− документация - в зоне легкой досягаемости ладони - В (слева);

− в выдвижных ящиках стола - литература, неиспользуемая постоянно.

Письменный стол:

− высота стола должна быть выбрана с учетом возможности сидеть свободно, в удобной позе, при необходимости опираясь на подлокотники;

− нижняя часть стола должна быть сконструирована так, чтобы специалист справочно-информационной группы мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги;

− поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения специалиста справочно-информационной группы;

− конструкция стола должна предусматривать наличие выдвижных ящиков (не менее 3 для хранения документации, листингов, канцелярских принадлежностей, личных вещей).

Высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680-760 мм. Высота рабочей поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть 650 мм. Высота края стола, обращенного к работающему с ПК, и высота пространства для ног должны соответствовать росту операторов в обуви (таблица 4.1).

Таблица 4.1—Высота одноместного стола для занятий с ПК

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Рост оператора в обуви, см | Высота над полом, мм | |
| Поверхность стола | Пространство для ног, не менее |
| 146-160 | 640 | 580 |
| 161-175 | 700 | 640 |
| выше 175 | 760 | 700 |

Большое значение придается характеристикам рабочего кресла. Так, рекомендуется высота сиденья над уровнем пола должна быть в пределах 420-550 мм. Поверхность сиденья рекомендуется делать мягкой, передний край закругленным, а угол наклона спинки рабочего кресла - регулируемым. Рабочие стулья (кресла) для операторов заведений должны соответствовать росту учащихся или студентов в обуви (таблица 4.2).

Таблица 4.2—Основные размеры стула для операторов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры стула | Рост оператора в обуви, см | | |
| 146-160 | 161-175 | выше 175 |
| Высота сиденья над полом, мм | 380 | 420 | 460 |
| Ширина сиденья, не менее, мм | 320 | 340 | 360 |
| Глубина сиденья, мм | 360 | 380 | 400 |
| Высота нижнего края спинки над сиденьем, мм | 160 | 170 | 190 |
| Высота верхнего края спинки над сиденьем, мм | 330 | 360 | 400 |
| Высота линии прогиба спинки, не менее, мм | 200 | 210 | 220 |

Необходимо предусматривать при проектировании возможность различного размещения документов: сбоку от видеотерминала, между монитором и клавиатурой и т.п. Кроме того, в случаях, когда видеотерминал имеет низкое качество изображения, например заметны мелькания, расстояние от глаз до экрана делают больше (около 700 мм), чем расстояние от глаза до документа (300-450 мм). Вообще при высоком качестве изображения на видеотерминале расстояние от глаз пользователя до экрана, документа и клавиатуры может быть равным.

Положение экрана определяется:

* расстоянием считывания (0,60 + 0,10 м);
* углом считывания, направлением взгляда на 20 ниже горизонтали к центру экрана, причем экран перпендикулярен этому направлению;
* должна предусматриваться возможность регулирования экрана:
* по высоте плюс три сантиметра;
* по наклону от десяти до двадцати см. относительно вертикали;
* в левом и правом направлениях.

Зрительный комфорт подчиняется двум основным требованиям:

* четкости на экране, клавиатуре и в документах;
* освещенности и равномерности яркости между окружающими условиями и различными участками рабочего места.

Большое значение также придается правильной рабочей позе. При неудобной рабочей позе могут появиться боли в мышцах, суставах и сухожилиях. Требования к рабочей позе следующие: шея не должна быть наклонена более чем на 20° (между осью «голова-шея» и осью туловища), плечи должны быть расслаблены, локти - находиться под углом 80° - 100° , а предплечья и кисти рук ⎯ в горизонтальном положении. Причина неправильной позы обусловлена следующими факторами: нет хорошей подставки для документов, клавиатура находится слишком высоко, а документы ⎯ слишком низко, некуда положить руки и кисти, недостаточно пространство для ног. В целях преодоления указанных недостатков даются общие рекомендации: лучше передвижная клавиатура, чем встроенная; должны быть предусмотрены специальные приспособления для регулирования высоты стола, клавиатуры, документов и экрана, а также подставка для рук.

Конструкция и размеры стола и кресла должны способствовать оптимальной позе оператора с определенными угловыми соотношениями между «шарнирными» частями тела. Это поможет сохранить здоровье и воспрепятствует возникновению симптомов синдромов компьютерного стресса и постоянных нагрузок. **Правильная поза** при работе с компьютером (рисунок 9):

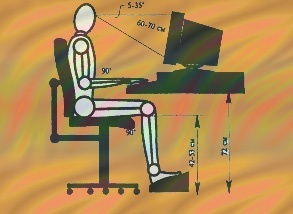


Рисунок 9—**Правильная поза** при работе с компьютером

Характеристики используемого рабочего места:

− высота рабочей поверхности стола 750 мм;

− высота сиденья над уровнем пола 450 мм;

− поверхность сиденья мягкая с закругленным передним краем;

− предусмотрена возможность размещения документов справа и слева;

− расстояние от глаза до экрана 700 мм;

− расстояние от глаза до клавиатуры 400 мм;

− расстояние от глаза до документов 500 мм;

− возможно регулирование экрана по высоте, по наклону, в левом и в правом направлениях.

Условия труда подразделяются на четыре класса: первый—оптимальные; второй—допустимые; третий—вредные; четвертый—опасные (экстремальные).

Оптимальные условия труда обеспечивают максимальную производительность труда и минимальную напряженность организма человека.

Допустимые условия труда характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиеническими нормативами для рабочих мест.

Вредные условия труда характеризуются уровнями вредных производственных факторов, превышающими гигиенические нормативы и оказывающими неблагоприятное воздействие на организм работающего и (или) его потомство [11].

Пользователь ИСС находиться в оптимальных условиях труда, т.к. работа пользователя не связана с непрерывной работой за компьютером и постоянным стрессом, а обеспечивают максимальную производительность и минимальную напряженность организма человека. Излучение от ПЭВМ может воздействовать на кожу, зрение, беременность. Пользователь использует ИСС в своих целях и на свой страх и риск, поэтому вредные условия никак ему не компенсируются.

Таким образом, улучшение условий труда и его безопасности приводит к снижению производственного травматизма, профессиональных заболеваний, что сохраняет здоровье трудящихся и одновременно приводит к уменьшению затрат на оплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда, на оплату последствий такой работы (временной и постоянной нетрудоспособности), на лечение, переподготовку работников производства в связи с текучестью кадров по причинам, связанным с условиями труда. Производительность труда повышается за счет сохранения здоровья человека, повышения уровня использования рабочего времени, продления периода активной трудовой деятельности человека.

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест имеет большое значение как для облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда. Окраска помещений и мебели должна способствовать созданию благоприятных условий для зрительного восприятия, хорошего настроения. В служебных помещениях, в которых выполняется однообразная умственная работа, требующая значительного нервного напряжения и большого сосредоточения, окраска должна быть спокойных тонов ⎯ малонасыщенные оттенки холодного зеленого или голубого цветов.