

Практическое занятие по дисциплине «БЖД»

Тема занятия:

«ЭРГОНОМИКА. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА.»

Время: 2 часа.

VI. Эргономика

1. Что такое - эргономика

A. Объект и предмет изучения эргономики

B. Эргономика - проектировочная дисциплина

2. Методы и технические средства эргономики

A. Классификация эргономических методов

B. Методы получения исходной информации для описания деятельности человека

3. Эргономическая система

A. Место оператора в эргономической системе

B. Этапы операторской деятельности

C. Роль анализаторов в операторской деятельности

D. Средства отображения информации

E. Органы управления

F. Проектирование рабочего пространства и рабочего места

G. Проектирование производственной среды

VI. ЭРГНОМИКА

1. Что такое эргономика?

С развитием производства меняются условия, методы и организация трудовой деятельности человека, претерпевают существенное изменение функции, роль и место человека в труде. Соответственно на разных исторических этапах выступают на первый план те или иные аспекты исследования трудовой деятельности. Преимущественно энергетический подход к ее изучению, обусловленный преобладанием в прошлом ручного труда, являлся типичным для исследований в сфере физиологии труда, возникшей в XIX веке. С физиологией труда тесно связана гигиена труда – профилактическая дисциплина, изучающая воздействие трудового процесса и производственной среды на организм работающих. В начале XX века, когда появились сложные виды трудовой деятельности (управление автомобилем, локомотивом и др.), предъявившие повышенные требования к скорости реакции, восприятию и другим психическим процессам человека, возникла психология труда.

Дифференциация наук, изучающих человека в труде, сыграла и продолжает играть положительную роль в развитии наших знаний о нем. Однако наряду с этим стала проявляться цеховая обособленность научных дисциплин, появились признаки утраты представления о целостности человека в трудовой деятельности. По мере накопления знаний возникали контакты между науками. Гигиена труда вынуждена была обращаться к данным физиологии и психологии труда, психология труда – к данным гигиены и системотехники и т.д. Это и понятно, поскольку в действительности человек в трудовой деятельности представляет собой не сумму разрозненных элементов, а органичное целое. В результате трудовой деятельности психологические компоненты не отделены от физиологических и социальных. Определенное влияние на них оказывают и технические средства, с которыми человек взаимодействует.

В конце сороковых – начале пятидесятих годов XX века на основе накопленных знаний возникла потребность в целостной системе представлений о работающем человеке, о его взаимоотношениях с техникой и с окружающей средой. Но дело, конечно, не только в логике развития наук.

Современные производство и транспорт, оснащенные сложными техническими системами, предъявляют к человеку требования, вынуждающие его иногда работать на пределе психофизиологических возможностей и в экстремальных ситуациях.

Различные виды трудовой деятельности сопряжены с ответственностью человека за эффективное и надежное функционирование сложных систем. Резко увеличивается цена ошибки человека при проектировании систем, а также в процессе их использования.

Показатели физической среды на производстве, в учреждениях, в кабинах самолетов, тракторов и т.д. (освещенность, состав воздуха, атмосферное давление, шум и т.п.) также должны быть согласованы с психофизиологическими возможностями и особенностями человека. Только тогда можно рассчитывать на высокую эффективность и качество труда человека при одновременном сохранении его здоровья.

До известного времени разделение труда между учеными и практическими работниками, занятыми главным образом «приспособлением» человека к уже созданной технике, оказывалось достаточным. Однако по мере увеличения сложности машин, оборудования, систем управления и деятельности по их управлению, освоению и обслуживанию все больше выявлялась необходимость участия в их создании представителей всех наук о труде и сфер практической деятельности.

Раньше каждый вариант оборудования мог буквально столетиями совершенствоваться. Сейчас же общество не располагает временем для этого (за последнее десятилетие, например, сменилось несколько поколений ЭВМ). Поэтому при проектировании новой и модернизации существующей техники необходимо заранее и с максимальной полнотой учитывать возможности и

особенности людей, которые будут ею пользоваться. Теперь в работе с большими системами можно действовать только одним способом – заранее теоретически все рассчитать и проверить, а на практике действовать наверняка.

А. Объект и предмет изучения эргономики

Эргономические исследования подчинены задачам проектирования, их результаты отличаются от традиционных научных знаний тем, что ориентированы главным образом не на познание, а на преобразовательно-проектное действие.

Например, изучение [моторного поля](#)(1) показывает различие эргономического подхода и подходов наук, методы которых используются в эргономических исследованиях. Определение моторного поля (скажем, при движении рукой) в прикладной антропологии осуществлялось простым измерением дуг, описываемых рукой при стандартном положении тела испытуемого. Имитация специальной задачи (включение-выключение тумблера, связь движения со зрительной сигнализацией) позволила получить другие характеристики моторного поля. Изменились его структура и размеры, геометрия приняла не метрический, а топологический характер. В моторном поле фиксируется уже не только область пространства, а «пространство – движение – время», включенные в двигательную задачу.

Эргономика не изучает [рабочую среду](#)(2) и другие ее виды как таковые, это предметы других наук. Для эргономики важно влияние среды на эффективность и качество деятельности человека, его работоспособность, физическое и психическое благополучие. Эргономика определяет оптимальные величины средовых нагрузок – как по отдельным показателям, так и в сочетании.

Объектом изучения эргономики является [система «человек – машина»](#)(3), а предметом – деятельность человека или группы людей с техническими средствами.

Общая цель эргономики формулируется как единство двух аспектов исследования и проектирования:

- удобство и комфортные условия эффективной деятельности человека, а соответственно и эффективное функционирование систем «человек – машина»;
- сохранение здоровья и развитие личности.

В конкретном исследовании и проектировании тот или иной аспект может превалировать. Однако общая цель реализуется через их совокупность и взаимодополняемость.

Имея в качестве объекта исследования систему «человек – машина», эргономика изучает определенные ее свойства, которые обусловлены положением и ролью человека в системе. Эти свойства получили название человеческих факторов в технике. Они представляют собой интегральные показатели связи человека, машины, предмета деятельности и среды, проявляющиеся при деятельности человека с системой и ее функционировании, связанные с достижением конкретных целей. Человеческие факторы в технике существуют актуально, т.е. «здесь и теперь», порождаются во время взаимодействия человека и технической системы. В этом смысле они относятся к виртуальной реальности и обладают ее свойствами. Она источник как эффективного управления так и неэффективного.

Человеческие факторы в технике не могут быть сведены к взятым самим по себе характеристикам человека, машины (технического средства), среды. Характеристики и свойства, фиксируемые в понятии человеческого фактора в технике, представляют собой не отдельные изолированные признаки компонентов системы «человек – машина», а являются ее совокупными качествами.

Человеческие факторы в технике не даны изначально. Они представляют собой искомое, которое может быть найдено лишь на основе предварительного анализа задач системы «человек – машина», функций человека в ней, вида и отличительных черт его деятельности. В результате

такого анализа определяется номенклатура человеческих факторов в технике, учет которых необходим в целях создания нормальных условий для деятельности человека и эффективного функционирования системы. Человеческие факторы в технике – это структурные образования различной степени сложности, в этом смысле они представляют собой некоторое временное сочетание сил, способные осуществить определенные достижения.

Человеческие факторы в технике формируются на основе базовых характеристик: социально-психологических, психологических, физиологических и психофизиологических, антропологических, гигиенических в их соотношении с техникой. Исследователям и проектировщикам важно не только знать базовые характеристики и их номенклатуру, но и представлять, как на их основе формируются человеческие факторы в технике, эргономические свойства и эргономичность систем «человек – машина».

Эргономичность системы «человек – машина» взаимосвязан с критериями производительности, надежности, экономичности и эстетичности. Эргономичность – это целостность эргономических свойств, к которым относятся управляемость, обслуживаемость, осваиваемость и обитаемость. Первые три описывают свойства системы, при которых она органично включается в структуру и процесс деятельности человека или группы людей по управлению, обслуживанию и освоению. Происходит это в тех случаях, когда в проект системы закладываются решения, создающие наилучшие условия для удобного, эффективного и безопасного выполнения указанных видов деятельности. Четвертое свойство – обитаемость – относится к условиям функционирования системы, при которых сохраняется здоровье людей, поддерживаются нормальная динамика их работоспособности и хорошее самочувствие. Одним из эффективных путей создания таких условий является устранение или ослабление неблагоприятных факторов рабочей среды в самом источнике их образования в системах, машинах и оборудовании.

Каждое эргономическое свойство представляет определенную целостность человеческих факторов в технике, которые являют собой разные, но взаимосвязанные существенные признаки указанных свойств.

В. Эргономика - проектировочная дисциплина.

В эргономике все еще преобладает экстенсивный путь развития, хотя, следуя ему, она добилась значительных результатов в формировании таких эргономических характеристик системы «человек – машина»(3), которые обеспечивают ее функционирование с необходимым или возможным качеством при минимальном количестве людей, разумной организации их деятельности и допустимом использовании их физиологических и психологических ресурсов. Интегральным индикатором этих показателей зачастую является удовлетворенность человека выполняемой деятельностью и качеством среды, в которой она осуществляется.

Диапазон объектов, в создании которых участвует эргономика, велик: от космического корабля до обычной лопаты, от оборудования кухни до аппаратных и программных средств вычислительной техники. Возникающие при создании и использовании таких разнообразных объектов эргономические задачи схожи между собой по постановке и методам решения.

Эргономические принципы, методы и данные имеют непосредственное отношение ко всем стадиям создания и использования систем: анализу, проектированию, разработке, испытаниям, оценке, функционированию оборудования.

Эргономическое проектирование осуществляется на всех этапах общего процесса проектирования. На стадии технического задания важно выполнить корректный эргономический анализ задач инженерного проектирования, определив действительную роль человека в управлении, обслуживании и ремонте системы, возможное воздействие на него условий ее функционирования.

Анализ рабочих задач, деятельности человека или группы людей, прототипов и аналогов проектируемого объекта, а также нормативно-технической документации, проводимый по выбранной

или специально разработанной методике, является первым этапом эргономической деятельности на стадии технического предложения и эскизного проекта. Он подготавливает почву для выполнения на этой же стадии эргономического концептуального проекта, содержащего основной замысел эргономического решения проектируемого объекта и обоснование выбранного варианта решения. При проектировании больших систем осуществляется функциональное и математическое моделирование деятельности человека.

В концептуальном эргономическом проекте, основанном на уточнении распределения функций в системе «человек – машина», первоначальном проектировании рабочих задачи деятельности человека или группы людей, конкретизируются эргономические требования к технической системе, рабочему пространству и рабочему месту, среде, предварительно определяется число людей, необходимых для управления и обслуживания технической системы. Это создает основу для разработки сначала укрупненных, а затем и детальных алгоритмов деятельности человека. Такое алгоритмическое описание позволяет перейти к определению тех психологических и физиологических функций, которые обеспечивают реализацию отдельных действий и логических условий.

Концептуальный эргономический проект разрабатывается на основе поискового макета проектируемого объекта (этой цели могут служить макеты дизайнеров). Макет выполняется в натуральную величину из недорогих материалов (фанера, картон и т.д.) и представляет собой трехмерную модель оборудования или блока системы (макетировать большую систему целиком, как правило, не представляется возможным).

Поисковый макет может использоваться для выбора оптимального способа организации оборудования; его эргономической оценки; получения ответов на такие вопросы о его функционировании, которые не могут быть решены с помощью двумерных чертежей; решения задач организации рабочего места; проверки размещения органов управления с точки зрения удобства пользования; проверки точности и скорости считывания показаний приборов; определения доступности точек при проверке, испытаниях и регулировке в процессе технического обслуживания оборудования т.д.

Для экспериментальных эргономических исследований создается функциональный макет (моделирующий комплекс), который в отличие от поискового может имитировать процесс функционирования аппаратуры (при этом он может и не имитировать внешний вид объекта). Деятельность человека здесь организуется таким образом, что ее основные характеристики соответствуют характеристикам деятельности в реальной системе. К этому виду макетов можно отнести и тренажеры, представляющие технические средства профессиональной подготовки человека и реализующие физическую и (или) функциональную модель системы «человек – машина». Качественно новые возможности функциональных макетов открылись при применении вычислительной техники. Функциональный макет может быть использован для сравнения альтернативных вариантов или проверки выбранного проекта, а также для оценки отдельных характеристик оборудования.

На стадии разработки технического проекта в качестве его составной части выполняется эргономический проект, содержание которого сводится к окончательному эргономическому решению проектируемого объекта, основывающемуся на распределении функций в системе «человек – машина», проектировании рабочих задач и деятельности человека или группы людей. Проект включает эргономические требования к человеку (группе людей), технической системе, рабочему месту, среде. В техническом проекте также определяются окончательный для технической системы состав специалистов, их функциональные обязанности и организация работы; состав коллективных и индивидуальных средств отображения информации, органов управления, рабочих мест и пультов управления; организация рабочих мест, включая компоновку средств отображения информации, органов управления и их размещение в рабочем пространстве. Иными словами, эргономический проект определяет эргономические свойства создаваемого объекта.

На стадии подготовки рабочей документации, изготовления и испытания опытного образца осуществляются анализ и экспериментальная оценка последнего (желательно в условиях опытной эксплуатации) с целью определения степени реализации эргономических требований и предложений. В случае необходимости формулируются предложения по эргономическому совершенствованию объекта, включая и конструктивные изменения, направленные на облегчение и удобство эксплуатации и обслуживания.

Эргономическая оценка как проектный акт проходит через все стадии проектирования, а оценка опытного образца подводит ее итог. Оценка проводится по выбранной или специально созданной программе и методике и включает определение эргономических критериев оценки, выявление параметров системы «человек – машина», связанных с этими критериями и подлежащих количественной оценке с помощью измерений и экспериментальным путем. Значения по отдельным параметрам сводятся в единую шкалу, которая дает возможность в результате всей процедуры сделать вывод об уровне эргономического качества объекта.

Рекомендуется планировать процесс эргономического проектирования с определенным опережением работ на стадиях технического проектирования, так как эргономические исследования и разработки, как правило, продолжительны и сложны методическом и технико-исполнительском плане.

Эргономическое проектирование не может абстрагироваться от проблемы экономической эффективности, т.е. от определения отношения между эргономическими результатами и затратами на этот результат. Выгоды от эргономических разработок и исследований могут быть связаны с повышением производительности труда и улучшением качества промышленных изделий, повышением эффективности и надежности сложных систем «человек – машина», сохранением здоровья и обеспечением безопасности, удовлетворением работой и индивидуальным развитием работающих людей. Проблема состоит в измерении этих выгод или предотвращенных потерь и их соотношении с затратами.

2. Методы и технические средства эргономики.

Эргономическое изучение и оптимизация деятельности человека с техникой имеют свою специфику. Во-первых, направленность эргономики на проектирование деятельности и ее средств требует применения не только экспериментальных, но и априорных проектировочных методов, а также приемов, с помощью которых удастся формализовать то, что ранее задавалось лишь описательно. Во-вторых, оперирование обобщенными показателями активности, напряженности и комфортности деятельности обуславливают процедуры получения интегральных критериев на основе комплекса частных показателей. В-третьих, эргономическое исследование, проектирование или оценка, как правило, предполагают одновременное применение различных методов, отражающих взаимосвязи между компонентами и основными свойствами системы «человек – машина»(3). Перечисленные особенности определяют стратегию выбора методов для решения конкретных эргономических задач.

Методы исследования в эргономике условно могут быть разделены на три группы: аналитические (или описательные), экспериментальные и расчетные. В большинстве исследований они тесно переплетены между собой и применяются одновременно, дополняя и обогащая друг друга.

Практически каждая эргономическая проблема возникает в результате переформулировки реальных задач, которые анализируются эргономистами с точки зрения выявления специфики деятельности человека или группы людей с техникой в производственной или иной среде. Эргономист должен уметь квалифицированно анализировать производственную сферу деятельности – производительность труда, профессиональный опыт, условия труда, брак, текучесть кадров, ошибочные действия, травматизм и т.п.

Первую группу методов условно называют организационными. К ним относятся методологические средства эргономики, обеспечивающие системный и деятельностный подходы к исследованию и проектированию. Характерной чертой таких исследований и проектирования является не синтез результатов, полученных на основе независимых исследований, а организация такого исследования и проектирования, в ходе которых используются в определенном сочетании принципы и методы различных дисциплин.

Эффективным инструментом осуществления такой функции является системное моделирование, где предмет моделирования рассматривается как система и сам модельный познавательный процесс расчленяется на систему моделей, каждая из которых отображает дисциплинарный срез моделируемой системы, а все вместе дают ее много дисциплинарное представление.

Наиболее обширна **вторая группа методов**, внутри которой в зависимости от целей и характера исследований выделяется целый ряд конкретных методических процедур. Вторую группу методов составляют эмпирические способы получения научных данных. К этой группе относятся:

- наблюдение и самонаблюдение;
- экспериментальные процедуры (лабораторный и производственный, эксперименты);
- диагностические методики (различного рода тесты, анкеты, социометрия, интервью и беседы);
- анализ процессов и продуктов деятельности;
- моделирование (предметное, математическое и т.д.).

Третью группу методов составляют различные способы количественной и качественной обработки данных.

В четвертую группу методов входят различные способы интерпретации полученных данных в контексте целостного описания функционирования систем «человек – машина».

В методический арсенал эргономики входят многие **психофизиологические методики**:

- измерение времени реакции (простой сенсомоторной реакции, реакции выбора, реакции на движущийся объект и т.д.);
- психофизические методики (определение порогов и динамики чувствительности в различных модальностях);
- психофизические методы исследования перцептивных, мнемических, когнитивных процессов и личностных характеристик.

В эргономике широкое распространение получили **методы электрофизиологии**, изучающей электрические явления в организме человека при различных видах его деятельности. Они позволяют оценивать временные параметры многих процессов, их выраженность, топографию, механизмы их регулирования и т.д. К ним относятся:

- 1) *электроэнцефалография* – запись электрической активности мозга с поверхности головы – дает возможность качественного и количественного анализа функционального состояния собственной активности мозга и его реакций при действии раздражителей;
- 2) *электромиография* – запись электрической активности мышц – чувствительный показатель включения в двигательную активность или статическую работу определенных мышечных групп;
- 3) *регистрация кожно-гальванической реакции* – изменение разности потенциалов кожи – показатель электропроводимости кожи;

- 4) *электрокардиография* – запись электрической активности сердца – индикатор состояния сердечно-сосудистой системы;
- 5) *электроокулография* – запись электрической активности наружных мышц глазного яблока – объективный показатель перемещения взгляда человека при рассматривании какого-либо объекта.

Регистрация биологических процессов в организме человека позволяет определять и количественно характеризовать малодоступные для непосредственного наблюдения функциональные сдвиги в организме человека, происходящие под воздействием самых разнообразных изменений окружающей среды и взаимодействия с техникой. Часто применяют регистрацию не одного, а нескольких электрофизиологических индикаторов, каждый из которых несет информацию о том или ином аспекте деятельности. Комплексную регистрацию психофизиологических функций называют еще *полиэффекторным* методом.

Включает эргономика в свой методический арсенал и **биотелеметрию** - дистанционное исследование функций и измерение показателей жизнедеятельности человека, которое осуществляется в реальной обстановке в течение длительного времени.

Фиксация количественного и качественного снижения работоспособности, а также нарушения координации процессов, связанных с выполнением работ, позволяет наблюдать за развитием утомления без отрыва человека от трудового процесса, причем часто выявляется снижение работоспособности еще до изменения количественных и качественных показателей работы. С одной стороны, наблюдаются нарушения рабочего стереотипа. С другой стороны, отмечается снижение эффективности физиологических затрат на единицу работы. Оно прослеживается по данным газообмена, температуры тела, частоты пульса и др.; в последнем случае эффективно использование **непрерывной радиопульсометрии** в процессе выполнения работы.

Перспективным является применение в диагностических целях **субъективных оценок утомления**. Объясняется это многообразием проявлений симптомов утомления во внутренней жизни индивида, среди которых выделяется две категории: субъективные оценочные реакции, характеризующие отношение индивида к собственному состоянию, и объективно контролируемые признаки утомления (физиологический дискомфорт и нарушения психической деятельности), которые могут осознаваться человеком. Существование качественно различных групп симптомов дает основание для развития различных направлений в методах субъективной диагностики – опросников и субъективного шкалирования.

Опросники позволяют выявить качественно разнообразные симптомы утомления, которые с большей или меньшей легкостью могут быть осознаны человеком. Количественная оценка или определение степени выраженности каждого признака не ставятся главной целью подобных исследований. Состояние человека оценивается общим количеством симптомов и их качественным своеобразием.

Методики субъективного шкалирования предназначены для оценки степени утомления самим человеком. Испытуемого просят соотнести свое состояние с рядом признаков, для каждого из которых выделены полярные оценки (отсутствие/присутствие, плохой/хороший). Расстояние между крайними точками представляется в виде многоступенчатой шкалы. Степень выраженности каждого признака определяется расположением точки, выбранной испытуемым на этой шкале

Методы измерения рабочей нагрузки разнообразны. Измерение рабочей нагрузки на практике необходимо прежде всего для установления того, что действия, которые должен выполнять человек, осуществимы и для выявления тех из них, которые вызывают наибольшую нагрузку.

Один из методов оценки рабочей нагрузки основан на анализе выполнения задач по временной шкале. Обработка данных о временных распределениях задач может осуществляться вручную и на компьютере. В том и другом случае составляется «профиль рабочей нагрузки». Этот профиль

должен быть проанализирован и уточнен опытными операторами. Пики рабочей нагрузки указывают на какие фрагменты выполнения задачи следует обратить наибольшее внимание.

В эргономических исследованиях находят применение **методы биомеханики**: ускоренная киносъемка, циклография, киноциклография, видеозапись, тензометрия, электрическая регистрация механических величин с помощью датчиков угловых перемещений, опорных динамографов и др. С их помощью характеризуется двигательная активность человека с точки зрения эффективности трудовых движений, работы различных звеньев опорно-мышечного аппарата.

Широкое применение получила техника антропометрических исследований – измерение тела человека и его частей: головы, шеи, груди, живота, конечностей при помощи специальных инструментов. Измеряются длина и ширина, обхват (окружность) и другие параметры частей тела.

В проектировании находит применение **соматография** – технико-антропометрический анализ положения тела и изменения рабочей позы человека, соотношения размеров человека и машины. Результаты этого анализа обычно представляются в графической форме. Соматография позволяет рассчитывать зоны легкой и оптимальной досягаемости, находить оптимальные способы организации рабочего места с учетом пропорциональных отношений между элементами оборудования и человеком.

Для изучения условий деятельности и влияния их на здоровье человека используются физические, химические, физиологические, токсикологические и другие **методы гигиены труда**.

Используемые в эргономике **социометрические методы исследования межличностных отношений** позволяют:

- выявить факт предпочтения или установки, выраженный индивидом в отношении других членов группы в определенных ситуациях управления и технического обслуживания сложных систем;
- описать положение индивида в группе так, как оно представляется самому субъекту, и сопоставить это с реакциями других членов группы;
- выразить взаимоотношения внутри сравниваемых групп с помощью формальных методов.

Одной из распространенных методик исследования совместимости членов малых групп является **гомеостатическая методика**, которая нашла применение в проектировании групповой деятельности операторов.

В каждом отдельном случае речь должна идти об экономном подборе небольшого числа методов, адекватных стоящей перед исследователем задачи. Именно задача определяет подбор, модификацию или создание новых методов исследования в эргономике.

В. Методы получения исходной информации для описания деятельности человека

Эргономическое проектирование техники и технически сложных потребительских изделий предполагает выявление условий, в которых протекает деятельность человека, и аналитическое описание присущих ей психических и психофизиологических функций. В каждом отдельном случае состав этих функций и их взаимосвязь в общей структуре трудового процесса различны.

В науках о труде сложились два метода получения исходной информации, необходимой для описания трудовой деятельности. Это методы описательного и инструментального профессиографирования.

Описательное профессиографирование включает:

- анализ технической документации и инструкций по использованию техники;

- эргономическое изучение техники (систем), сопоставление его результатов с нормативными документами по эргономике;
- наблюдение за ходом рабочего процесса. С помощью этого метода, дополненного хронометражем – регистрацией изменения во времени характеристик деятельности, а также видеозаписью всех операций в порядке их следования, можно достаточно подробно описать деятельность человека;
- опрос регламентированный, для которого характерны предварительная подготовка единых вопросов для всех опрашиваемых и строго заданная их последовательность;
- опрос нерегламентированный, предполагающий свободную беседу с опрашиваемым в соответствии лишь с ее общим планом, что требует определенных навыков и даже искусства;
- самоотчет человека в процессе деятельности;
- экспертную оценку;
- количественную оценку эффективности деятельности.

Инструментальное профессиографирование включает:

- измерение и оценку факторов среды;
- регистрацию и последующий анализ ошибок. Сбор и анализ данных об ошибочных действиях человека являются одним из важных путей анализа и оценки эргономических характеристик системы «человек – машина» или технически сложных потребительских изделий;
- объективную регистрацию энергетических затрат и функционального состояния организма человека;
- объективную регистрацию и измерение трудно различимых (в обычных условиях) составляющих деятельности человека, таких как направление и переключение внимания, оперирование органами управления и др. Для этого используются различные методы: регистрация направления взгляда человека и показаний приборов с последующим наложением траектории взгляда на приборную панель; циклография, или кинорегистрация движений рук; измерение силы сопротивления органов управления; магнитофонная регистрация речевых сообщений. Подобные методы и средства используются непосредственно в процессе деятельности, а регистрируемые параметры соотносятся с хронограммой трудового процесса;
- объективную регистрацию и измерение показателей физиологических систем, обеспечивающих процессы обнаружения сигналов, выделения информационных признаков, информационного поиска, оперирования исходными данными для принятия решений, а также исполнительные (двигательные или речевые) действия. К числу таких показателей относятся, например, состояние зрительной системы, речевого и двигательного аппаратов. Регистрации подлежат движения глаз наблюдателя, громкая и внутренняя речь, движения и тремор рук, а также электрическая активность зрительной, речевой и двигательной областей коры головного мозга. Эти показатели регистрируются с помощью довольно сложного электрофизиологического оборудования, результаты требуют трудоемкой математической обработки.

Перечисленные методы профессионального исследования используются в зависимости от степени сложности изучаемой деятельности и требуемой полноты ее описания. Во многих случаях достаточно метода описательного профессиографирования.

3. Эргономическая система

Эргономика – это наука, изучающая человека или группу людей и их деятельность в условиях современного производства с целью оптимизации орудий и процесса труда.

Основной предмет исследования эргономики – эргономическая система.

Под составом эргономической системы понимают перечень звеньев, входящих в систему при выполнении производственной работы.

Анализ показывает, что состав эргономической системы будет изменяться соответственно этапам развития взаимоотношений человека и техники.

На сегодняшний день эргономическая система выглядит следующим образом:

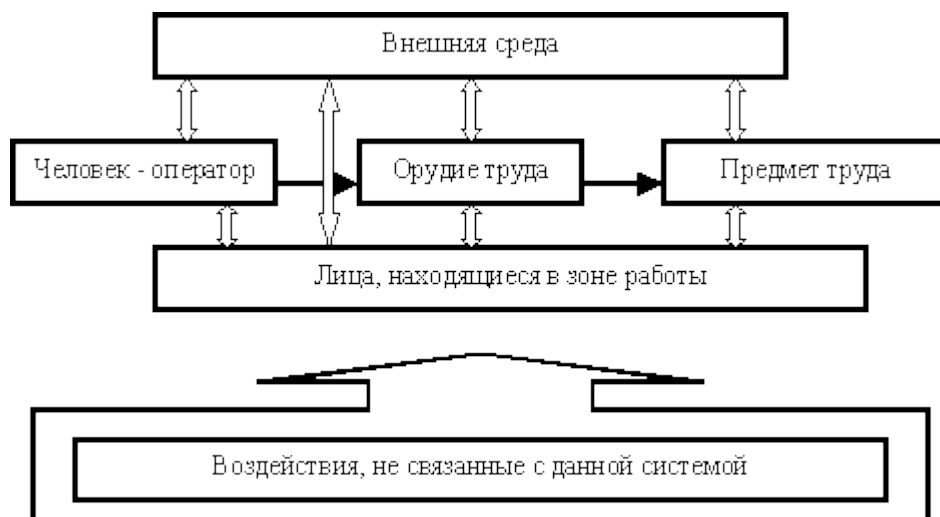


Рис.6.1. Схема эргономической системы

Состав эргономической системы: человек – оператор; орудие труда; предмет труда; внешняя среда; лица, находящиеся в зоне работы; воздействия, не связанные с работой рассматриваемой эргономической системой.

При таком составе эргономической системы очень важно правильно представить внутрисистемные связи. Это необходимо для понимания внутренней организации системы, определения ее уязвимых звеньев и прогнозирования ее поведения в различных условиях эксплуатации.

А. Место оператора в эргономической системе

Независимо от степени автоматизации производства человек остается главным звеном системы «человек – машина»(3). Именно он ставит цели перед системой, планирует, направляет и контролирует весь процесс ее функционирования. Деятельность оператора имеет ряд особенностей, определяемых тенденциями развития производства:

- увеличением числа объектов, которыми необходимо управлять;
- с развитием дистанционного управления человек все более удаляется от управляемых объектов. При этом он получает необходимую информацию в закодированном виде (т.е. в виде показаний измерительных приборов), что обуславливает необходимость декодирования и мыслительного сопоставления полученной информации с состоянием реального объекта;
- увеличением сложности и скорости течения производственных процессов, а, следовательно, повышением требований к точности действий оператора, быстроте принятия решений и выполнения управляющих действий. Поэтому работа оператора характеризуется увеличением нагрузки на нервно-психическую деятельность человека, именно она становится критерием тяжести операторского труда;

- для деятельности оператора характерно ограничение двигательной активности. Кроме того, он должен работать в условиях изоляции, в окружении приборов и индикаторов. Может возникнуть ситуация «конфликта» человека с приборами;
- от оператора требуется высокая готовность к экстренным действиям. Т.е. резкий переход от монотонного наблюдения и контроля к переработке большого количества информации, принятию и осуществлению принятого решения. Это может привести к возникновению сенсорных, эмоциональных и интеллектуальных перегрузок.

При изучении связей оператора с машиной необходимо иметь в виду, что они осуществляются в первую очередь через информационное взаимодействие. При этом в самом информационном взаимодействии учитываются:

- особенности функции входа, от которых зависит обеспечение ввода информации в органы чувств человека;
- особенности функции управления, осуществляемые центральной нервной системой и зависящие от ее состояния;
- особенности функции выхода, которые в большинстве случаев реализуются посредством сенсомоторных органов и мышечной системы человека, а также зависят от их функционального состояния.

В. Этапы операторской деятельности

Деятельность оператора в системе может быть представлена в виде четырех этапов:

1. **Прием информации** - обнаружение сигналов, выделение из их совокупности наиболее значимых, их расшифровка и декодирование. На этом этапе информация приводится к виду пригодному для оценки и принятия решения.
2. **Оценка и переработка информации** – осуществляется сопоставление заданных и текущих режимов работы системы, производится анализ и обобщение информации, выделяются критические объекты и ситуации и на основании заранее известных критериев важности и срочности определяется очередность обработки информации.
3. **Принятие решения** – решение о необходимых действиях принимается на основе проведенного анализа и оценки информации, а также на основе других известных сведений о целях и условиях работы системы, возможных способах действия, последствиях правильных и ошибочных решений.
4. **Реализация принятого решения** – осуществляется приведение принятого решения в исполнение: перекодирование принятого решения в машинный код, поиск нужного органа управления, движение руки и (или) ноги к органу управления и манипуляция с ним.

Первые два этапа операторской деятельности в совокупности называют получением информации, последние два этапа – ее реализацией.

На качество и эффективность выполнения каждого действия влияет целый ряд факторов.

Прием информации зависит:

- от вида и количества приборов;
- от организации информационного поля;
- от психофизиологических характеристик информации (размеров изображений, цвета, контраста и т.д.).

На оценку и переработку информации влияют:

- способ кодирования информации;

- объем ее отображения;
- динамика смены информации;
- соответствие ее возможностям памяти и мышления оператора.

Эффективность принятия решения определяется:

- типом решаемой задачи;
- числом и сложностью проверяемых логических условий;
- сложностью алгоритма и количеством возможных вариантов решения.

Выполнение управляющих движений зависит:

- от числа органов управления;
- от их типа и способа размещения;
- а также от большой группы характеристик, определяющих степень удобства работы с отдельными органами управления.

С. Роль анализаторов в операторской деятельности

Физиологической основой формирования информационной модели являются анализаторы, посредством которых человек осуществляет анализ раздражений.

Информация, поступающая через анализаторы, называется сенсорной (чувственной), а процесс ее приема – сенсорной деятельностью или сенсорным восприятием.

Любой анализатор состоит из:

- рецептора;
- проводящих нервных путей;
- центра в коре больших полушарий головного мозга.

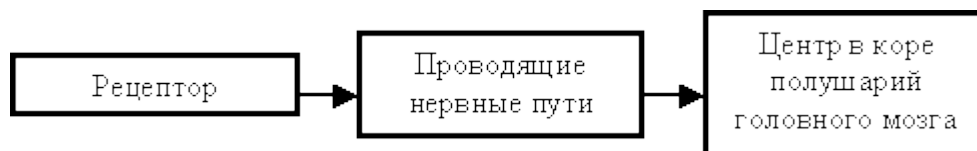


Рис.6.2. Структурная схема анализатора

Основная функция рецептора – превращение действующего раздражителя в нервный процесс. Вход рецептора приспособлен к приему сигналов определенной модальности (вида) – свет, звук, вибрация и т.п. Его выход посылает сигнал, по своей природе единый для любого входа нервной системы. Это позволяет рассматривать рецепторы в качестве устройства кодирования информации.

Проводящие нервные пути осуществляют передачу информации в кору головного мозга.

Информация подвергается определенной переработке и снова возвращается в рецепторы.

Наибольшее значение для деятельности оператора имеет [зрительный анализатор](#)(4) – 90% всей информации поступает к оператору именно через зрительный анализатор. За ним по значимости следует [слуховой анализатор](#)(5) и на третьем месте – [тактильный \(или осязательный\)](#)(6). Участие других анализаторов в деятельности оператора невелико.

Основными характеристиками любого анализатора являются пороги:

- абсолютные (верхний и нижний);

- дифференциальный;
- оперативный.

Минимальная величина раздражителя, вызывающая едва заметное ощущение, носит название **нижнего абсолютного порога** чувствительности. Сигналы, величина которых меньше нижнего абсолютного порога чувствительности, человеком не воспринимаются.

Увеличение же сигнала сверх **верхнего абсолютного порога чувствительности** вызывает у человека болевые ощущения. Интервал между нижним и верхним абсолютными порогами чувствительности носит название **диапазона чувствительности анализатора**.

Дифференциальный порог – минимальное различие между двумя раздражителями, либо между двумя состояниями одного раздражителя, вызывающее едва заметное различие ощущений.

Оперативный порог определяется той минимальной величиной различия между сигналами, при которой точность и скорость различения достигает максимума.

Исходя из всего вышеперечисленного, можно сформулировать **общие требования к сигналам раздражителям**:

1. Интенсивность сигнала должна соответствовать средним значениям диапазона чувствительности анализатора, которая обеспечивает оптимальные условия для приема и переработки информации.
2. Необходимо обеспечить различие между сигналами, превышающее дифференциальный порог чувствительности.
3. Перепады между сигналами не должны превышать оперативный порог чувствительности, иначе возникает утомление.
4. Наиболее важные и значимые сигналы следует располагать в тех зонах, которые соответствуют участкам рецепторной поверхности с наибольшей чувствительностью.
5. При конструировании индикаторных устройств необходимо правильно выбрать вид (модальность) сигнала, а, следовательно, и модальность анализатора.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АНАЛИЗАТОРОВ

При конструировании средств отображения информации (СОИ) кроме изучения возможностей отдельных анализаторов следует учитывать межанализаторные связи. Это необходимо делать при предъявлении оператору полимодальных сигналов, т.е. сигналов различной модальности.

Полимодальные сигналы используют в следующих ситуациях:

- дублирование – сигнал одновременно поступает на несколько анализаторов для повышения надежности передачи информации (сигналы тревоги);
- распределение поступающей информации между анализаторами для избежания их перегрузки, требует учета пропускных способностей анализаторов;
- переключение активности анализаторов – борьба с монотонностью операторского труда.

При этом необходимо учитывать то обстоятельство, что слух имеет преимущество в приеме непрерывных сигналов, зрение – дискретных. Время реакции на звук короче чем на свет. Самая короткая реакция на тактильный раздражитель. Однако слуховой и зрительный анализаторы принимают информацию на расстоянии от источника.

Распределение информации повышает эффективность ее приема по двум причинам:

- за счет повышения общего функционального состояния анализаторов и активизации нервной системы;

- повышение пропускной способности в целом (при снижении ее у каждого анализатора).

D. Средства отображения информации

Итак, одним из важнейших этапов деятельности оператора является прием и переработка информации.

Человек – оператор получает информацию с помощью средств отображения информации (СОИ)(7), где в закодированном виде представлен ход процесса или состояние объекта наблюдения в форме, удобной для восприятия человеком.

Обычно средства отображения информации используют для одной или нескольких целей:

- считывания количественных и качественных показателей;
- контрольного считывания показателей;
- установки регулируемого параметра.

Любые СОИ должны удовлетворять следующим инженерно-психологическим требованиям:

1. Обеспечивать рабочего необходимой и достаточной информацией для оценки ситуации и возможности принятия правильного решения, а также контроля за его исполнением.
2. Информация должна быть подана в тот момент, когда в ней возникает необходимость.
3. Форма представления информации должна соответствовать психофизиологическим возможностям человека по восприятию, специфике его деятельности и условиям работы.
4. Получаемая информация должна правильно отражать положение и состояние управляемого объекта, предоставляться с запасом времени, достаточным для ее обработки.
5. Давать оператору дополнительную информацию по запросу, а также обеспечивать надежное восприятие аварийных сигналов.
6. Поток информации должен быть меньше пропускной способности оператора.

Виды средств отображения информации:

- Стрелочные индикаторы(8).
- Счетчики(9).
- Индикаторы с подсветом(10).
- Печатающие устройства (самописцы)(11).
- Графопостроители(12).
- Знаковые светящиеся индикаторы(13).
- Сигнализаторы звуковые(14).

Проектирование систем отображения информации

Разработка системы отображения информации состоит из следующих этапов:

1. Психологический анализ деятельности оператора и определение всех сведений об информации, необходимой ему для выполнения заданных функций.
2. Согласование интенсивности потока сигналов с реальными возможностями человека – оператора по их приему, что важно для достижения наивысшей эффективности работы системы.
3. Выбор конкретных типов индикаторов, наиболее полно соответствующих характеру решаемых задач и возможностям оператора по приему и переработке информации.

4. Композиционное решение и определение конкретной структуры системы отображения информации:

- выбор способа кодирования и длины алфавита сигналов,
- выбор характеристик отдельных индикаторов,
- распределение информации между ними,
- определение их взаимосвязи и взаимного расположения,
- пространственная компоновка индикаторов,
- композиционное и цветовое решение системы.

5. Разработка и испытание опытных образцов, оценка полученных решений построения системы и проведение последовательной коррекции ее структуры для получения приемлемых значений ее выходных характеристик.

При размещении средств отображения информации необходимо учитывать возможности оператора по восприятию зрительной информации и [размеры поля зрения оператора\(15\)](#)

Е. Органы управления

К органам управления (ОУ) относятся устройства, с помощью которых человек управляет объектами.

Выбор органов управления зависит от следующих факторов:

- структуры и особенностей деятельности оператора, как при нормальной работе системы, так и при их отказе;
- антропометрических, психофизиологических характеристик человека;
- управляющих действий, которые должен производить оператор (включение, переключение, регулировка);
- рабочего положения тела человека (сидя, стоя);
- динамических характеристик рабочих движений (усилия, точность, диапазон, траектория и т.д.);
- технических характеристик объекта управления;
- информации, на которую должен отвечать человек или которую должен вводить в машину;
- места расположения ОУ (на панели пульта или вне ее);
- характеристик рабочей среды (освещенность, вибрация, помехи и т.д.);
- наличия или отсутствия спецодежды и средств индивидуальной защиты.

Различают ручные и ножные органы управления. Ручные органы управления рекомендуется использовать тогда, когда важны точность установки органа управления в определенное положение, скорость манипулирования, а также когда нет необходимости в непрерывном или продолжительном приложении усилий в 90 Н и более. Усилия, прилагаемые к органам управления, не должны превышать допустимых динамических и (или) статических нагрузок на двигательный аппарат человека.

При размещении ОУ на рабочем месте следует учитывать:

- структуру деятельности человека;
- требования к частоте и точности движений;

- требования к величине прилагаемых усилий;
- положение тела и условия формирования рабочей позы;
- размеры моторного пространства;
- условия сенсорного контроля, поиска и различения органов управления;
- условия идентификации функций органов управления;
- опасность неумышленного изменения функционального положения органов управления.

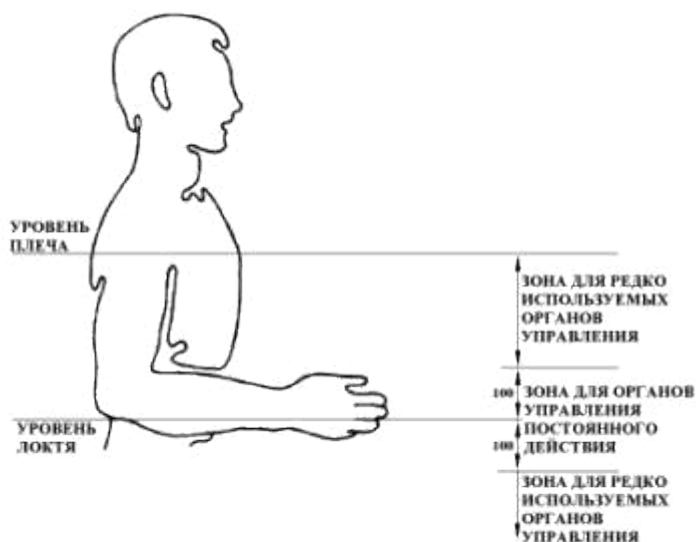
Требования к размещению органов управления касаются их размещения на рабочем месте относительно работающего, группирования и взаимного расположения на панели относительно [СОИ\(7\)](#) или управляемых объектов рис. 6.6



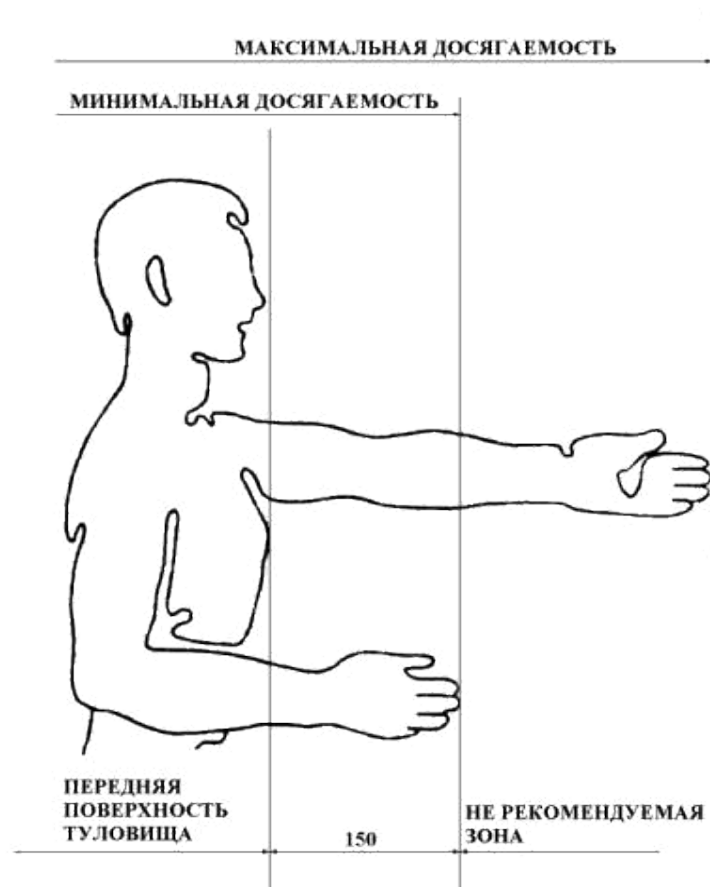


Рис. 6.6. Рекомендуемые варианты размещения органов управления и средств отображения информации

Органы управления должны быть сгруппированы в моторном пространстве(1) рабочего места. Большинство ручных органов управления постоянного действия должно располагаться на уровне локтя или чуть ниже. Редко используемые ОУ (2 – 3 раза в смену) могут располагаться на уровне плечевого пояса или лучезапястного сустава (рис. 6.7 а).



а - в вертикальной плоскости;



б - в горизонтальной плоскости;

Рис. 6.7. Рекомендуемые зоны для размещения органов управления

ОУ должны отстоять от передней поверхности туловища оператора не менее чем на 150 мм (рука согнута в локтевом суставе), но не более чем на размер вытянутой вперед руки (рис. 6.7 б).

Независимо от типа органы управления должны быть логически сгруппированы в определенную пространственную структуру с учетом:

- функционального назначения (принадлежность к определенному комплексу оборудования, системе, агрегату, функциональному узлу);
- последовательности использования в зависимости от алгоритма деятельности оператора;
- времени использования (в период подготовки к эксплуатации или в период функционирования системы);
- характера режима работы системы;
- значимости органа управления для работы системы (нельзя располагать рядом органы управления, используемые при нормальной работе и в аварийных ситуациях).

Если одна часть объектов располагается справа от рабочего места оператора, а другая – слева, то органы управления этими объектами на пульте управления располагаются аналогично относительно сагиттальной оси симметрии.

При определении расстояния между приводными элементами во внимание принимаются одновременность или последовательность использования органов управления, способ захвата приводного элемента, его размеры, направление его перемещения, необходимость работы вслепую, возможность случайного включения, наличие спецодежды (спецобуви), наличие вибрации, степень подвижности рабочего места.

При последовательном использовании органов управления их следует располагать по горизонтали слева направо или сверху вниз, а в пределах ряда – сверху вниз или слева направо и как можно ближе друг к другу.

При манипулировании органами управления вслепую расстояние между смежными краями приводных элементов должно быть не менее 150 – 300 мм, в зависимости от зоны расположения органа управления. При работе в перчатках это расстояние должно быть увеличено.

Ручные органы управления следует располагать так, чтобы ни приводной элемент, ни рука работающего не закрывали расположенных рядом СОИ (рис. 6.6).

Направление перемещения органа управления по возможности должно быть мнемонически согласовано с воздействием, оказываемым на систему или ее отдельные агрегаты.

Если на панели расположено большое количество взаимосвязанных органов управления и СОИ, рекомендуется каждый орган управления располагать непосредственно под связанным с ним индикатором: справа сверху – для правой руки; слева сверху – для левой (рис. 6.6).

Орган управления состоит из приводного элемента и исполнительной части.

При расчете конструктивных параметров приводных элементов следует исходить из вида управляющих движений, типа захвата и возможности минимизации прилагаемых усилий, заданного диапазона точности, быстродействия и надежности управляющего движения.

Типы приводных элементов органов управления:

- Кнопки и клавиши(19)
- Рычажные переключатели (тумблеры)(20)
- Поворотные переключатели и регуляторы(21)
- Маховики и штурвалы(22)
- Кривошипные рукоятки(23)
- Рычаги управления(24)
- Ножные органы управления(25)

Г. Проектирование рабочего пространства и рабочего места

Трудовая активность человека во многом определяется условиями, в которых он работает. К ним, прежде всего, относятся: рабочее пространство(26) и рабочее место(26).

Эргономическое проектирование рабочих пространств и рабочих мест производится для конкретных рабочих задач и видов деятельности с учетом антропометрических, биомеханических, психофизиологических и психических возможностей и особенностей работающих людей. Оно должно создать наилучшие условия для:

- размещения работающего человека с учетом рабочих движений и перемещений в соответствии с требованиями технологического процесса;
- выполнение основных и вспомогательных операций в удобном рабочем положении, соответствующем специфике трудового процесса, и с применением наиболее эффективных приемов труда;
- расположение средств управления в пределах оптимальных границ пространства перемещений человека;

- сохранения оптимального обзора источников визуальной информации при смене рабочей позы и рабочего положения;
- свободного доступа к местам профилактических осмотров, ремонта и наладки, удобства их выполнения;
- рационального размещения оборудования, безопасности работающих.

Размеры проходов между элементами рабочего места рассчитываются в зависимости от частоты их использования и числа работающих людей, рациональных маршрутов их движения, необходимых размеров транспортных проездов, требований техники безопасности и санитарно-гигиенических норм. Размеры транспортных проездов должны быть не менее ширины транспортного средства плюс пространство, занимаемое телом стоящего человека в спецодежде.

Рабочее пространство и организация рабочего места, достигаемость и величина усилий на органы управления, а также характеристики обзорности обуславливаются, прежде всего, положением тела работающего. Наиболее распространены рабочие положения: стоя и сидя. Каждое из положений характеризуется определенными условиями равновесия, степенью напряжения мышц, состоянием кровеносной и дыхательной систем, расположением внутренних органов и, следовательно, расходом энергии.

Выбор рабочего положения связан с размерами пространства движений человека, величиной и характером (статическая, динамическая) рабочей нагрузки, объемом и темпом рабочих движений, требуемой степенью точности выполнения операций, особенностями предметно-пространственного окружения.

Методика анализа пространственной компоновки рабочего места

Параметры производственного оборудования и рабочего места условно делят на три группы: [габаритные](#)(29), [свободные](#)(28) и [компоновочные \(сопряженные\)](#)(27).

Анализ пространственной компоновки рабочего места складывается из двух этапов: подготовительного и основного.

Схема проведения подготовительного этапа:

1. Определяем тип рабочего места согласно предлагаемой ГОСТ [классификации](#). Выделить особенности рабочего места, если таковые имеются.
2. Составьте номенклатуру средств труда на рабочем месте. Выделите [основные и вспомогательные](#)(31) средства труда.
3. Составьте перечень всех органов управления в порядке важности и частоты использования.
4. Разделите органы управления на группы согласно предлагаемой классификации:
 - органы ручного и ножного управления;
 - органы управления постоянного, периодического или эпизодического действия;
5. Составьте перечень средств контроля (СОИ).
6. Составьте перечень технологической и организационной оснастки, определив их по технической документации.
7. Определите [зоны сенсорной и моторной активности](#)(32), выделив среди них [постоянные, периодические и эпизодические](#).(32)

Схема проведения основного этапа:

1. Вычертите эскиз рабочего места в трех проекциях (вид сверху, спереди, сбоку).
2. На эскизах изобразите все элементы рабочего места, с которыми работающий взаимодействует в процессе труда.
3. Определите базы отсчета, от которых следует измерять компоновочные параметры рабочего места, в каждой выделенной зоне сенсорной активности и изобразите их на каждом эскизе.

4. Составьте перечень компоновочных параметров рабочего места, подлежащих измерениям и анализу. Нанесите на эскиз габаритные и компоновочные параметры рабочего места.
5. На основе эскизов выполните чертежи рабочего места.

При расчете компоновочных и свободных параметров используют антропометрические данные. (16)

Антропометрические данные по способам измерений и в зависимости от сферы использования разделяют на статические(17) и динамические(18).

Расчеты и измерения компоновочных параметров рабочего места следует проводить в ортогональной системе координат с внешней относительно тела человека базой отсчета(35).

Г. Проектирование производственной среды

Проектирование рабочей (производственной) среды(2) сфокусировано на том, чтобы ее физические, химические и биологические факторы на рабочем месте не только не оказывали вредного воздействия на людей, но и способствовали сохранению их здоровья, обуславливали проявление способностей и стимулировали желание выполнять рабочие задачи.

Комфортным называется состояние внешней среды, обеспечивающее оптимальную динамику работоспособности, хорошее самочувствие и сохранение здоровья работающего человека.

Относительно дискомфортным называется состояние внешней среды на рабочем месте, которое при воздействии в течение определенного интервала времени обеспечивает заданную работоспособность и сохранение здоровья, но вызывает у человека неприятные субъективные ощущения и функциональные изменения, не выходящие за пределы нормы.

Экстремальным называется состояние внешней среды на рабочем месте, которое приводит к снижению работоспособности человека и вызывает функциональные изменения, выходящие за пределы нормы, но не ведущие к патологическим нарушениям.

Сверхэкстремальным называется состояние внешней среды на рабочем месте, которое приводит к возникновению в организме человека патологических изменений (или невозможности выполнения работы).

Если производственный фактор не является технологически обусловленным, то его значение на рабочем месте должно быть в оптимальных пределах.

Проектирование рабочей среды основывается на знании физических, физиологических и психофизиологических механизмов воздействия ее факторов на организм и деятельность человека.

Согласно ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» опасные и вредные производственные факторы, действующие на исполнителя на рабочем месте, подразделяются по природе действия на следующие группы:

- физические(36);
- химические(37);
- биологические(38);
- психофизиологические(39);
- эстетические(40);
- социально-психологические(41).

В зависимости от особенностей рабочей системы необходимо руководствоваться следующими **требованиями к рабочей среде**:

1. Исходные предпосылки – размеры оборудования, рабочего пространства и пространства, необходимого для передвижения, - должны быть адекватны выполняемой работе.
2. Воздухообмен должен регулироваться в соответствии с такими факторами, как количество людей в помещении; интенсивность использования физического труда; исходные предпосылки работы, включая производственное оборудование; выделение токсических и пылящих веществ в помещении; устройства, потребляющие кислород.
3. Оптимальные метеорологические условия в производственных помещениях создаются с учетом температуры, влажности и скорости движения воздуха; теплового излучения; интенсивности использования физического труда; свойств рабочей одежды, производственного оборудования и средств индивидуальной защиты.
4. Освещение должно создавать оптимальные условия зрительного восприятия для конкретных видов деятельности и обеспечивать психологический комфорт работникам. Для достижения этого принимаются во внимание такие факторы, как освещенность, цвет, распределение светового потока; устранение слепящего действия света и бликов; соотношения освещенности и цвета; возраст работников; естественная освещенность.
5. При выборе светового решения производственного помещения принимают во внимание его влияние на создание в поле зрения работающего оптимальных соотношений по яркости и цветности, на обеспечение хорошего различения обрабатываемых деталей, органов управления и элементов оборудования.
6. Акустика производственной среды должна исключать вредные и раздражающие воздействия шума, включая шумы от внешних источников. Важными здесь являются уровни звукового давления в октавных полосах спектра шума; суммарная длительность воздействия шума в течение рабочего дня и его распределение по времени; характер шума (широкополосный, тональный и импульсный); восприятие акустических сигналов; различимость речи.
7. Вибрации и их воздействие на человека не должны достигать уровня, вызывающие физические повреждения, патофизиологические реакции или сенсомоторные нарушения.
8. Работники должны предупреждаться о воздействии на них электромагнитных полей высокой частоты и источников ионизирующих излучений, а также принимать необходимые меры безопасности при работе; следует выявлять ранние изменения в состоянии здоровья и работоспособности под влиянием указанных факторов, а также предупреждать утомление и связанные с ним возможные ошибочные действия работающих людей.

Если работы ведутся на открытом воздухе, следует обеспечивать адекватную защиту работников от неблагоприятных климатических воздействий.

Эстетический уровень отдельных элементов условий труда определяется с помощью методов экспертной оценки.

5. Практическое занятие

Правила учета антропометрических данных при расчетах эргономических параметров рабочих мест

Теоретическое введение

Данные о строении тела человека, его форме, размерах, их вариабельности и различиях в зависимости от пола, возраста, этнотерриториальных особенностей, рода занятий, принадлежности городу или селу и других факторов необходимы для:

- конструирования технических средств деятельности (станков, подъемно-транспортных машин, медицинского оборудования, мебели, изделий культурно-бытового назначения, спортивного инвентаря и т.п.);

- средств коллективной и индивидуальной защиты;
- одежды и обуви;
- при аттестации и паспортизации рабочих мест;
- при эргономической экспертизе готовой продукции.

Обязательный и корректный учет размеров тела позволяет создать в значительной степени оптимальные условия для поддержания рациональной рабочей позы и выполнения рабочих движений. А именно: рассчитать [границы досягаемости\(1\)](#) для рук и ног; рассчитать параметры безопасных рабочих пространств и доступов к узлам монтажа, наладки и ремонта; безопасных расстояний, проходов, аварийных выходов, лестниц; оградительных устройств, площадок, временных вспомогательных сооружений и т. п.

Эргономические размеры тела — это прежде всего инструмент проектирования (организации) [рабочей позы\(41\)](#) путем расчета на их основе эргономических параметров элементов [рабочих мест\(30\)](#) и их пространственной организации. Среди последних особого внимания заслуживают опорные поверхности (поверхность сиденья, спинки, подлокотников; рабочая поверхность и подставка для ног), которые постоянно и непосредственно соприкасаются с телом работающего и являются исходными при расчетах других параметров рабочего места.

Применительно к задачам эргономики и конструирования выделяются эргономические [антропометрические признаки\(16\)](#), или эргономические размеры тела. Они отличаются от классических размеров тела тем, что внешне ориентированы в пространстве так же, как и рабочие движения и позы, а следовательно, соответствуют ориентации параметров производственного оборудования (высота, ширина, глубина). Кроме того, эргономические размеры тела отличны по структуре, [базам отсчета\(35\)](#), способам измерений и т. п. Они измеряются в положении стоя, сидя и лежа, а также в переходных положениях тела.

Эргономические размеры тела по методам измерений и практическому значению делятся на две группы: [статические\(33\)](#)

Методическое обеспечение

Расчет [свободных\(27\)](#) и [компоновочных параметров\(28\)](#) рабочего места

При расчетах эргономических параметров рабочих мест на основе антропометрических данных, необходимо учитывать:

- положение тела работающего (стоя, сидя, лежа), а также возможность его изменения;
- величину размаха рабочих движений; необходимость (или ее отсутствие) ограничения рабочего пространства (кабины, отсеки, площадки и т.п.);
- возможность регулирования параметров рабочего места;
- возможность передвижения сиденья, педали, подставки для ног;
- параметры обзорности и др.

При использовании антропометрических данных следует:

- предусматривать по возможности большее число регулируемых параметров производственного оборудования и рабочих мест;
- рассматривать все множество антропометрических признаков как одинаково необходимое, выявляя их значимость при анализе конкретных объектов производственного оборудования;
- учитывать, что базы отсчета при расчетах параметров машины не должны противоречить тем, которые используются при измерении размеров тела;
- допускать округление цифровых значений используемых антропометрических признаков только в пределах 1 см и 1°;

- знать, что не существует человека, все размеры тела которого соответствовали бы только средним арифметическим значениям или только 5-му или 95-му перцентилям; это лишь условное предположение.

Не рекомендуется:

- рассчитывать параметры машины на основе средних арифметических значений антропометрических признаков;
- использовать антропометрические данные значительной давности (20—25 лет);
- использовать антропометрические данные, приводимые в справочниках, монографиях и т.п., если не указаны год сбора материала, пол, возраст и национальность контингента исследуемых, численность обследованной группы населения;
- ориентироваться на размеры тела, взятые в положении стоя, для расчетов параметров рабочих мест, предназначенных для работы сидя;
- получать основные эргономические размеры путем сложения отдельных классических размеров;
- применять зарубежные данные.

Процесс использования размеров тела при расчетах эргономических параметров рабочих мест и производственного оборудования можно сгруппировать в несколько правил, основу которых составляет метод [перцентилей](#)(42).

Правило 1. Определить характер контингента потребителей, для которого предназначено оборудование (пол, возраст, национальность, род занятий, однородность или смешанность группы по указанным выше признакам). Например, промышленные рабочие Российской Федерации — это мужчины и женщины различного возраста, различной этнической принадлежности и проживающие в различных регионах страны. Внутри когорты промышленных рабочих есть группы, резко отличающиеся по роду деятельности, а следовательно, по тем техническим средствам, которые они используют. Так, на конвейерах (кроме конвейеров для сборки тяжелых деталей) работают в основном женщины различных возрастов, в станкостроении — мужчины (большинство) и женщины, в текстильной и пищевой промышленности — в основном женщины, в электронной промышленности — молодые женщины, на подъемно-транспортных машинах — в основном мужчины и т.д.

Следует учитывать стремительное увеличение размеров тела у молодого поколения по сравнению со старшим.

Знание процентного соотношения потребителей по полу, возрасту, национальности, принадлежности городу или селу и т.п. важно для повышения степени удовлетворенности работающих с техникой.

Правило 2. Составить перечень конкретных эргономических параметров рабочего места, которые будут рассчитаны на основе размеров тела работающего. При этом следует определить:

- тип рабочего места согласно предложенной [классификации](#)(30);
- принадлежность параметра к группе [габаритных](#)(29), [свободных](#)(27) или [компонентных](#)(28);
- ориентацию параметра в пространстве (ширина, высота, глубина);
- возможность регулировки параметра или отсутствие таковой;
- возможность передвижения элементов рабочего места (подвижность сиденья, перемещение педалей, выдвижение рабочих поверхностей, передвижение пультов на гибких шлангах, подвижность всего поста управления и т. п.);
- возможность передвижения работающего или отсутствие таковой.

Правило 3. Выбрать антропометрический признак, который необходим для расчета того или иного параметра машины. При выборе признака следует учитывать:

- рабочее положение тела работающего;
- особенности рабочей позы (корпус наклонен, выпрямлен, руки на весу или на подлокотниках, ноги на полу или на подставке, на педалях и т.п.);
- особенности антропометрического признака, обусловленные полом, возрастом, национальностью, родом занятий и т.п.

Правило 4. Выбрать крайние перцентильные значения признака и этим определить объем удовлетворенных потребителей. Этот выбор в первую очередь связан с наличием или отсутствием регулировки рассчитываемого параметра.

Расчет регулируемых параметров оборудования

Для определения верхней и нижней границ диапазона регулировки параметра используют два значения антропометрического признака, соответствующие 5-му и 95-му перцентилям определенной группы населения (рис.6.9 а). В этом случае объем потребителей, удовлетворенных значением параметра, будет равен 90 %. Неудовлетворенными останутся 5 % работающих с наибольшими и 5 % с наименьшими размерами тела, т. е. всего 10%.

Пример расчета.

Для определения диапазона регулировки высоты сиденья используется признак «высота подколенного угла над полом в положении сидя». По данным 2 возрастных групп 20—28 и 29—35 лет наименьшее значение этого признака, соответствующее 5-му перцентилю, имеем в группе 29—35 лет, наибольшее значение признака, соответствующее 95-му перцентилю, — в группе 20—28 лет, соответственно, 40, 90 см и 48,13 см. Разница между этими значениями перцентилей составляет 7 см (округленно), что определяет диапазон регулировки. Высота сиденья в его крайнем верхнем положении должна быть 48 см, в крайнем нижнем — 41 см.

Расчет нерегулируемых параметров оборудования

Для расчета нерегулируемых параметров используется одно значение признака, соответствующее только 5-му или только 95-му перцентилю (рис. 6.9 б). В этих случаях объем удовлетворенных потребителей равен 95 %. Неудовлетворенными остаются только 5 % работающих с наименьшими или наибольшими размерами тела.

Параметры проходов на рабочем месте измеряют так же, как и габаритные параметры рабочего места.

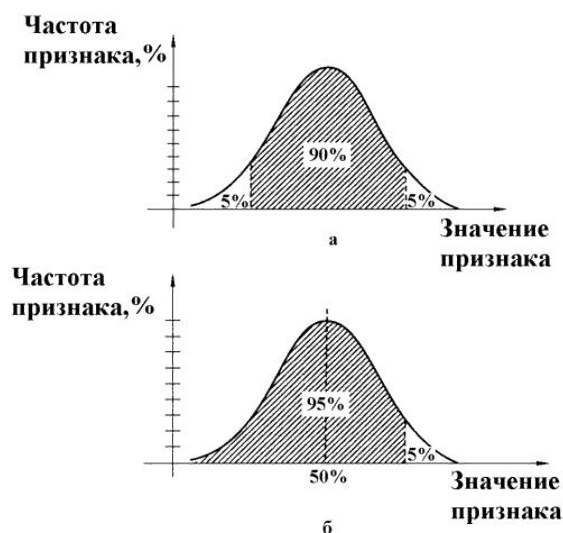


Рис. 6.9. Площади под нормальной кривой распределения антропометрического признака: а - площадь равна 90% пользователей; б - площадь равна 95% пользователей

Перечень эргономических размеров тела и их статистические параметры, необходимые для расчетов линейных параметров элементов рабочих мест для работы в положении стоя и сидя приведены в табл. 6.9 и табл. 6.10.

Таблица 6.9.

Эргономические размеры (антропометрические признаки)

Положение стоя

№ п/п	Размер тела	Пол	X	S	P ₅	P ₉₅
Высота над полом:						
1	верхушечной точки (рост)	М	175,69	5,62	166,44	184,94
		Ж	163,69	5,74	154,24	173,13
2	плечевой точки	М	146,34	5,52	137,25	155,42
		Ж	135,99	5,48	126,97	145,00
3	фаланговой точки	М	77,30	3,85	70,96	83,64
		Ж	73,12	3,35	67,60	78,63
4	пальцевой III точки	М	66,81	3,68	50,75	72,87
		Ж	63,47	3,20	58,21	68,73
5	глаз	М	163,74	5,33	154,65	172,84
		Ж	152,55	5,65	143,25	161,84
6	линии талии	М	107,89	4,60	100,33	115,46
		Ж	101,97	4,19	95,08	108,86
7	локтя	М	108,32	4,82	100,41	116,23
		Ж	101,04	4,21	94,12	107,97
8	подъягодичной точки	М	80,74	4,12	73,96	87,52
		Ж	74,89	4,19	67,99	81,97
9	Длина кисти	М	18,79	0,87	17,36	20,22
		Ж	16,84	0,80	15,55	18,15

10	Длина стопы	М	26,61	1,18	24,67	28,55
		Ж	23,92	1,05	22,19	25,64
11	Бидельтоидный диаметр	М	45,76	2,25	41,63	49,23
		Ж	41,16	2,11	37,70	44,63
12	Вертикальная досягаемость рук	М	221,91	8,28	208,29	235,53
		Ж	204,71	7,92	191,68	217,75
13	Размах рук	М	178,17	6,75	167,07	189,27
		Ж	163,95	7,51	151,60	176,30
14	Размах рук, согнутых в локтях	М	93,48	3,68	87,42	99,54
		Ж	87,01	3,80	80,76	93,26
15	Передняя досягаемость рук	М	84,90	4,00	78,32	91,48
		Ж	78,94	3,77	72,74	85,14
16	Наибольший поперечный диаметр туловища	М	51,16	3,10	46,11	56,48
		Ж	46,84	3,12	41,70	51,97
17	Наибольший переднезадний диаметр туловища	М	24,54	2,03	20,68	31,16
		Ж	24,23	2,04	20,86	27,59

Таблица 6.10

Эргономические размеры тела (антропометрические признаки)

Положения сидя

№ п/п	Размер тела	Пол	X	S	P ₅	P ₉₅
Высота над сиденьем:						
1	верхушечной точки	М	91,18	3,18	85,76	95,20
		Ж	85,86	3,18	80,63	90,08
2	затылочной точки	М	79,98	3,25	74,63	85,32
		Ж	74,69	3,29	69,28	80,10
3	шейной точки	М	65,12	3,11	60,00	70,24
		Ж	61,96	2,87	57,24	66,68
4	плечевой точки	М	62,02	2,90	56,36	66,19
		Ж	57,80	2,70	53,27	62,33
5	подлопаточной точки	М	44,84	2,80	40,23	49,45
		Ж	42,43	2,83	37,78	47,09
6	глаз	М	79,04	3,26	73,69	84,40
		Ж	74,17	2,93	69,36	78,99
7	талии	М	26,26	2,16	22,72	29,80
		Ж	24,59	2,03	21,25	27,93
8	локтя	М	24,29	2,52	20,15	28,43
		Ж	23,56	2,41	19,60	27,52
9	бедра	М	15,06	1,75	12,19	17,93
		Ж	14,76	1,36	12,60	17,23
10	Сиденье – III пальцевая фаланга опущенной вниз руки	М	18,01	2,64	13,66	22,65
		Ж	16,12	2,68	11,71	20,53
11	Высота колена над полом	М	56,19	2,52	52,04	60,33
		Ж	52,71	2,43	48,71	56,72
12	Высота подколенного угла над полом	М	46,79	2,40	42,85	50,79
		Ж	42,34	2,30	38,56	46,12
13	Бидельтоидный диаметр	М	45,76	2,25	41,63	49,23

		Ж	41,16	2,11	37,70	44,63
14	Наибольшая ширина таза	М	36,15	2,33	32,31	39,98
		Ж	37,24	2,32	33,42	41,06
15	Межлоктевой диаметр	М	37,90	3,36	32,38	42,42
		Ж	35,05	3,16	29,85	40,26
16	Наибольший межлоктевой диаметр	М	46,80	3,49	41,06	52,54
		Ж	42,49	3,05	37,48	47,51
17	Спинка сиденья – передняя поверхность туловища	М	22,67	1,99	19,39	25,95
		Ж	23,49	1,99	23,43	27,45
18	Спинка сиденья – III пальцевая точка	М	37,49	2,04	34,14	40,84
		Ж	34,20	1,97	30,96	37,43
19	Спинка сиденья – подколенный угол	М	51,65	2,57	47,58	55,72
		Ж	49,56	2,85	40,63	54,01
20	Спинка сиденья – колено	М	61,04	2,98	56,13	65,95
		Ж	58,38	2,89	53,63	63,14
21	Спинка сиденья – конечная точка стопы	М	76,70	3,83	70,41	83,00
		Ж	72,69	3,41	67,08	78,30

Задания для практикума

1. Рассчитать соотношение высот рабочей поверхности, сиденья и подставки для ног, учитывая антропометрические данные только женщин, работающих в положении сидя.

Условия. Сиденье не регулируется по высоте, но всем работницам оно должно быть удобным.

Начать расчет с определения высоты сиденья, которая соответствует признаку «высота подколенного угла над полом», согласно 95-му перцентилю, т.е. высоких женщин. Для низкорослых женщин следует рассчитать высоту подставки для ног, которая будет равна разнице между значениями 95-го и 5-го перцентилей указанного выше признака. Высота рабочей поверхности будет равна высоте сиденья, рассчитанного на самую высокую женщину плюс 270 — 280 мм.

2. Рассчитать границы максимальной и минимальной вертикальной досягаемости для рук в положении стоя.

Условия. У настенного пульта работают мужчины и женщины. Использовать следующие размеры тела: «высота III фаланговой точки над полом» и «вертикальная досягаемость рук».

6. Контрольные вопросы

-
1. Объект, предмет и цель изучения эргономики?
 2. Классификация методов эргономики?
 3. Методы получения исходной информации для описания деятельности человека?
 4. Состав эргономической системы?
 5. Особенности и этапы деятельности человека - оператора?
 6. Анализаторы. Их основные функции и характеристики?
 7. Взаимодействие анализаторов в процессе производственной деятельности?
 8. Средства отображения информации и инженерно-психологические требования к ним?
 9. Разработка систем отображения информации?
 10. Виды средств отображения информации?
 11. Проектирование органов управления?
 12. Размещение органов управления?
 13. Типы приводных элементов органов управления?

ССЫЛКИ

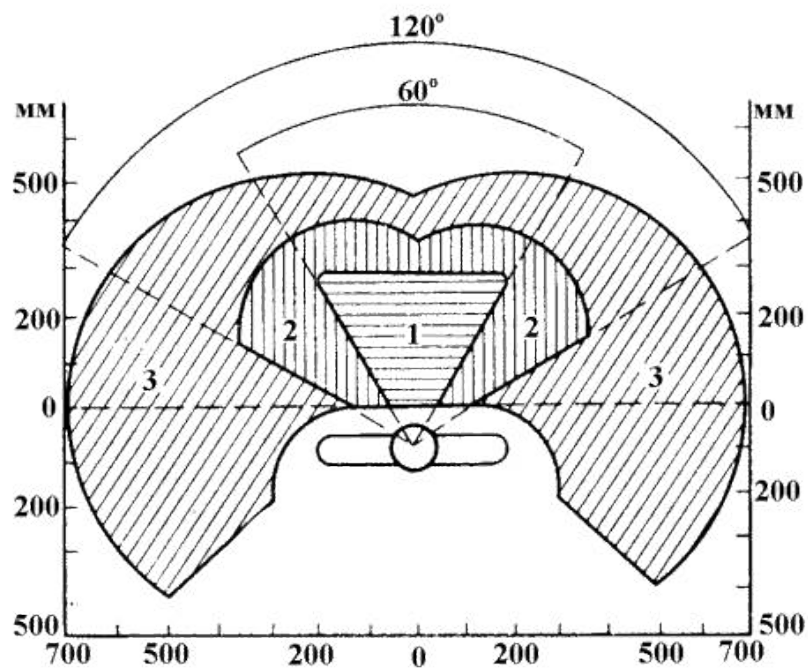


Рис. 6.4. Зоны досягаемости в горизонтальной плоскости

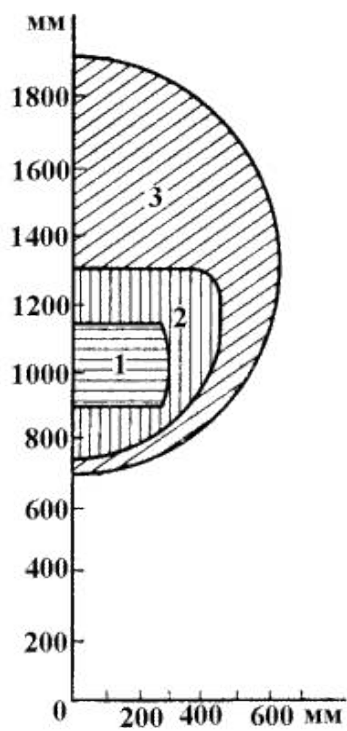


Рис. 6.5. Зоны досягаемости в вертикальной плоскости

Как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях наиболее удобной, т.е. оптимальной, является зона 1 (рис. 6.4 и 6.5). В пределах этой зоны могут выполняться наиболее точные и очень частые движения и размещаться наиболее важные и очень часто используемые органы управления.

В зоне 2 - зона легкой досягаемости (рис. 6.4 и 6.5) могут выполняться достаточно точные и частые движения и размещаться важные и часто используемые органы управления.

В пределах зоны 3 - зона досягаемости (рис. 6.4 и 6.5) могут выполняться менее точные и редкие движения, так как в следствие увеличения амплитуды движения на их выполнение затрачивается больше времени и при высокой частоте такие движения становятся энергетически невыгодными. В зоне 3 могут размещаться менее важные и редко используемые органы управления.

Наиболее редкими должны быть движения рук кзади от нулевой линии (рис. 6.5), требующие поворота туловища.

2. Рабочая среда

Рабочая среда (производственная среда) - это физические, химические, биологические, социальные и культурные факторы, совокупность которых составляет среду на рабочем месте.

3. Система «человек-машина»

Система «человек – машина» относится к числу основных понятий эргономики, в котором фиксируются существенные признаки данного класса объектов. Это абстракция, а не физическая конструкция или тип организации.

Система "человек - машина" (или "рабочая система") включает одного или большее число людей и производственное оборудование, используемое при выполнении задачи системы в рабочем пространстве, в среде на рабочем месте и в ситуациях, определяемых рабочими задачами.

В целостном образовании, каковым является система «человек – машина», эргономика вычленяет и решает проблемы распределения функций в системе, соотношения деятельности человека с функционированием технической системы и ее элементов, распределения и согласования функций между людьми при выполнении рабочих задач, а также проектирует или организует деятельность человека или группы людей с техническими системами или ее элементами, обосновывает требования к указанным средствам деятельности и условиям ее осуществления, разрабатывает методы реализации этих требований в процессе проектирования и использования систем.

4. Зрительный анализатор

Раздражитель зрительного анализатора – световая энергия. Рецептор – глаз. Зрительный анализатор позволяет воспринимать форму, цвет, яркость и движение предмета.

Возможности зрительного восприятия определяются энергетическими пространственными, временными и информационными характеристиками сигналов.

Энергетические характеристики:

- диапазон воспринимаемых яркостей;
- контрастность;
- слепящая яркость;
- относительная видимость.

Информационные характеристики:

- пропускная способность.

Пространственные характеристики:

- острота зрения;
- поле зрения;
- объем восприятия.

Временные характеристики:

- латентный период реакции – промежуток времени между подачей сигнала и моментом возникновения ощущения (160-240 мс);
- длительность инерции ощущения – 0,2 – 0,5 с (при дискретно поступающих сигналах – интервал следования);
- критическая частота мельканий – та минимальная частота проблесков, при которой возникает слитное восприятие объекта);
- время адаптации.

Объем зрительного восприятия ограничен с одной стороны объемом оперативной памяти, а с другой – пространственными характеристиками зрения (размером зоны ясного видения – зона, ограниченная углом 10° от линии взора в горизонтальной и вертикальной плоскостях).

5. Слуховой анализатор

Раздражитель слухового анализатора – **звуковая энергия**. Рецептор – ухо. Слуховой анализатор обнаруживает и опознает звуки; позволяет различать звуковые раздражения; определять направление звука; а также удаленность источника.

В реальных условиях деятельности человеку приходится воспринимать звуковые сигналы на том или ином фоне. При этом фон может маскировать полезный сигнал, что затрудняет его обнаружение.

Слуховой аппарат человека воспринимает слышимый звук – колебания с частотой от 16 Гц до 20 КГц – диапазон слышимости. Ухо наиболее чувствительно к колебаниям в области средних частот от 1000 до 4000 Гц. Звуки с частотами ниже 16 Гц называются инфразвуками, а выше 20000 Гц – ультразвуками. Инфразвуки и ультразвуки также оказывают воздействие на организм человека, но оно не сопровождается слуховым ощущением.

Нижний абсолютный порог соответствует интенсивности звука в децибелах сигнала, обнаруживаемого человеком с вероятностью 0,5%.

Верхний абсолютный порог – интенсивность звука, при которой возникают различные болевые ощущения.

Величина едва различимой прибавки – **дифференциальный порог** – к исходному раздражителю зависит от его интенсивности и частоты. В пределах среднего участка диапазона изменения звука по частоте и интенсивности эта величина примерно постоянна и составляет 0,1 от исходной интенсивности раздражителя.

Временной порог чувствительности слухового анализатора, т.е. длительность звукового раздражителя, необходимая для возникновения ощущения, также не является постоянной величиной. С увеличением интенсивности или частоты он сокращается. Например, изменение интенсивности звука с 30 дБ до 10 дБ при частоте 1000 Гц временной порог изменяется с 1 мс до 50 мс.

Человек оценивает звуки, различные по интенсивности, как равные по громкости, если частоты их также различны (звук, уровень интенсивности которого 120 дБ при частоте 10 Гц, оценивается слуховым анализатором как равный по громкости со звуком в 100 дБ при частоте 1000 Гц).

6.Тактильный анализатор

Немаловажное значение в трудовой деятельности человека имеет осязательный анализатор. При помощи тактильных рецепторов человек получает информацию о положении объекта в пространстве, о его форме, поверхности, качестве материала, из которого он сделан и т.д.

Довольно часто при работе технологического оборудования возникает вибрация. Ощущение вибрации передается человеку также при помощи тактильных рецепторов, т.е. вибрация (в допустимых пределах) на рабочем месте служит источником информации для контроля за работой транспортных средств, механизмов, станков и др.

Абсолютная чувствительность тактильных рецепторов на механические раздражения определяется как минимальное давление, необходимое для возникновения ощущения. При механическом раздражении, возникающем при вибрации, наибольшая чувствительность рецепторных элементов наблюдается при частоте вибрации 100 - 300 Гц.

По количеству воспринимаемой информации тактильный анализатор значительно уступает зрительному и слуховому. Путем изменения частоты вибротактильных или электрокожных сигналов можно передать не более 10 градаций. Трудности использования тактильных рецепторов в передаче информации о ходе технологического процесса связаны также с довольно быстрой их адаптацией и сложностью хранения сигналов в памяти.

7.Средство отображения информации (СОИ)

Средство отображения информации - индикатор (по-латын. *indicator* - указатель, от лат. *indico* - указываю, определяю) - прибор (устройство, элемент), отображающий ход процесса или состояние объекта наблюдения в форме удобной для восприятия человеком.

8.Стрелочные индикаторы

Стрелочные индикаторы – обычно используются при считывании количественных и качественных показателей, поверочном (контрольном) чтении, сравнении показателей.

Существует два типа стрелочных индикаторов:

- с движущейся стрелкой и неподвижной шкалой;
- с движущейся шкалой и неподвижной стрелкой.

В зависимости от характера поставленных задач могут использоваться стрелочные индикаторы двух разновидностей: либо с рукоятками управления, либо без них.

Стрелочные индикаторы с рукоятками управления применяют для установки заданной величины параметра или для восстановления положения стрелки при ее отклонении от заданной величины. Лучшим типом индикатора в этом случае является индикатор с движущейся стрелкой и неподвижной шкалой.

Точность и скорость считывания показаний со шкалы прибора зависят от ее вида, формы, размера, расстояния наблюдения, интервала между отметками.

По точности считывания информации предпочтение отдается индикаторам с круглой шкалой, на втором месте – полукруглая шкала, на третьем – прямолинейная горизонтальная, на четвертом – прямолинейная вертикальная (за исключением приборов для контроля глубины, высоты, температуры – ассоциации мышления).

Шкалы приборов градуируют штриховыми отметками, которые подразделяют на главные, средние и мелкие. Точность считывания зависит от размеров отметок и расстояния между ними. Оптимальная длина интервала между главными отметками 12,5 – 18 мм при дистанции наблюдения 750 мм. Увеличение числа мелких отметок приводит к снижению скорости и точности считывания. Между цветом фона шкалы и цветом делений и надписей нужно сохранять максимальную контрастность, причем контраст должен быть прямым.

Цифры (или какой-либо другой код) наносятся у основания главных отметок с наружной стороны шкалы. Точность считывания цифр зависит от их высоты, формата, толщины обводки, расстояния между соседними цифрами.

Важное значение при считывании показаний со шкал имеет форма и расположение стрелок и указателей. Наибольшее преимущество перед остальными имеет клиновидная стрелка. Толщина ее острия должна быть не более ширины самой малой отметки шкалы, кончик стрелки не должен касаться отметок шкалы (расстояние между отметками и стрелкой от 0,4 до 1,6 мм). Стрелка должна быть того же цвета что и отметки шкалы и находиться как можно ближе к плоскости циферблата, чтобы свести к минимуму параллакс.

При конструировании и размещении стрелочных индикаторов необходимо учитывать следующие требования:

1. Стрелочные индикаторы на панели следует устанавливать в плоскости, перпендикулярной линии взора.
2. Градуировка шкал не должна быть более мелкой, чем того требует точность самого прибора.
3. Для шкал, установленных на одной панели, необходимо выбирать одинаковую систему делений и одинаковые цифры.
4. При одновременном контрольном считывании с нескольких приборов стрелки устанавливаются так, чтобы они при нормальной работе имели одинаковое направление.
5. Для облегчения контрольного считывания рабочие и перегрузочные диапазоны следует выделять цветом.
6. Необходимо, чтобы фон шкалы был матовым, а на стенках прибора не наблюдалось бликов.

7. Фон шкалы не должен быть темнее панели, в то время как каркас шкалы может быть темнее.
8. Освещение шкалы должно быть равномерным, а степень освещенности должна регулироваться.

9. Счетчики

Счетчики – используются для получения количественных данных, когда требуется быстрая и точная индикация.

Счетчики следует ставить как можно ближе к поверхности панели, чтобы свести к минимуму параллакс и тени, обеспечить максимальный угол видения.

При последовательном считывании цифры должны следовать друг за другом, но не чаще двух за 1 секунду.

Показания счетчиков по завершении работы оборудования должны сбрасываться автоматически, однако, необходимо предусматривать и возможность ручного сброса.

Целесообразен высокий цветовой контраст цифр и фона. Блескость должна быть сведена к минимуму.

10. Индикаторы с подсветом

Индикаторы с подсветом – применяются для отображения качественной информации, когда требуется немедленная реакция оператора.

Имеется два основных типа индикаторов с подсветом:

- подсвечиваемые панели с одной или несколькими надписями;
- простые индикаторные (или сигнальные) лампочки.

Если индикаторы предназначены для использования в условиях различной освещенности, в них следует предусмотреть регулировку яркости. Пределы регулировки яркости должны обеспечивать хорошую различимость информации, отображаемой на индикаторе, при всех предполагаемых условиях освещенности. Индикаторы не должны казаться светящимися, когда они не светятся, и восприниматься погасшими, когда светятся.

Для индикаторов на лампах накаливания рекомендуется либо использовать лампы с резервными нитями накаливания, либо вдвоенные лампы, чтобы в случае отказа одной нити лампы сила подсвета уменьшалась, но не настолько, чтобы оператор не мог работать.

Индикаторные цепи проектируются так, чтобы лампы можно было снимать и заменять, не отключая электропитания, не вызывая опасности повреждения компонентов индикаторной цепи и не подвергая опасности обслуживающий персонал.

Индикаторы, содержащие информацию о критических ситуациях необходимо располагать в зонах оптимальной видимости.

Индикаторные лампы, которые используются редко или исключительно для целей технического обслуживания и регулировки, должны быть закрыты или невидимы при эксплуатации системы, но легко достигаемы.

Расстояние между соседними лампами должно быть достаточным для однозначного их распознавания, правильной интерпретации индуцируемой информации и удобной замены.

11. Печатающие устройства

Печатающие устройства (самописцы) – обеспечивают простое и быстрое получение информации в виде печатных материалов.

Должна быть предусмотрена надежная индикация расхода носителя.

12. Графопостроители

Графопостроители – используются для записи непрерывных графических данных. Вычерчиваемые штрихи не должны закрываться элементами конструкции графопостроителя. Контраст между изображением и фоном не должен быть менее 50% (отличие по яркости не менее чем в два раза).

13. Знаковые светящиеся индикаторы

Знаковые светящиеся индикаторы – предназначены для вывода смысловой буквенно-цифровой (символьной) информации с электронных вычислительных устройств (аналоговых, цифровых вычислительных машин, преобразователей, бортовых вычислителей и т.п.). В настоящее время широко применяются электронно-лучевые трубки и жидкокристаллические экраны.

14. Сигнализаторы звуковые

Сигнализаторы звуковые – предназначены для привлечения внимания оператора. К ним относятся неречевые сообщения – источники звука, используемые на рабочем месте для подачи аварийных, предупреждающих и уведомляющих сигналов в тех случаях, когда:

- сообщение одномерное и короткое;
- требует немедленных действий;
- место приема информации слишком освещено или затемнено;
- зрительная система оператора перегружена.

Конструкция звуковых сигнализаторов должна исключать возможность создания ложной тревоги. Устройство для звуковой сигнализации и его электрические цепи должны быть сконструированы так, чтобы тревожный сигнал сохранялся при отказе системы или оборудования.

В звуковых сигнализаторах при наличии ручного отключения должен быть обеспечен автоматический возврат схемы в исходное положение для получения очередного управляющего сигнала.

Предупреждающие и аварийные сигналы должны быть прерывистыми.

Уровень звукового давления сигналов на рабочем месте должен быть в пределах от 30 до 100 дБ на частоте 200 – 5000 Гц. Длительность отдельных сигналов и интервалов между ними должна быть не менее 0,2 с. Длительность звучания интенсивных звуковых сигналов не должна превышать 10 с.

При маскировке шумом необходимо обеспечивать превышение порога маскировки звуковых сигналов от 10 до 16 дБ, предельно допустимые уровни звукового давления сигналов должны быть от 110 до 120 дБ на частоте 200 – 10000 Гц.

Уровень звукового давления аварийных сигналов должен быть не выше 100 дБ на частоте 800 – 2000 Гц при длительности интервалов между сигналами 0,2 – 0,8 с, предупреждающих – не выше 80 – 90 дБ на частоте 200 – 600 Гц при длительности сигналов и интервалов между ними 1 – 3 с, а уведомляющих – не менее чем на 5% ниже по отношению к уровню звукового давления аварийных сигналов.

15. Поле зрения оператора

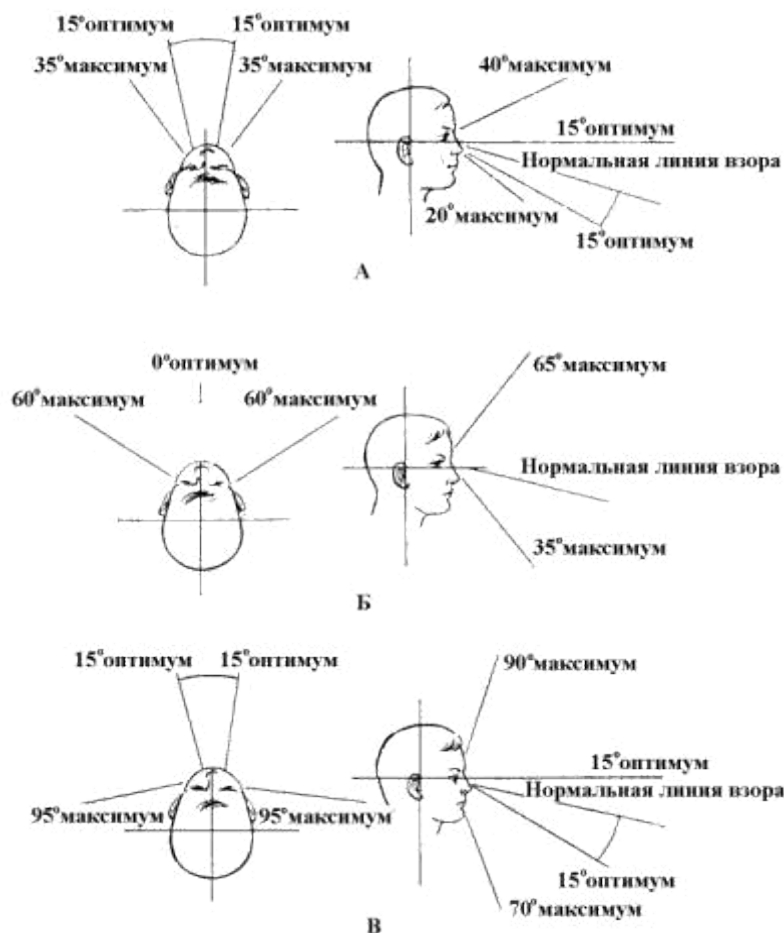


Рис. 6.3. Зоны видимости в вертикальной и горизонтальной плоскостях: А – при повороте только глаз; Б – при повороте головы; В – при повороте головы и глаз.

Оптимальной (или эффективной) зоной для выполнения зрительных функций является зона, соответствующая пространству, ограниченному углом 30° в горизонтальной и вертикальной плоскостях (по 15° в стороны, вверх и вниз от нормальной линии зрения) рис. 6.3. В этой зоне обеспечивается достаточно четкое восприятие, хорошо различаются форма и цвет предмета, поэтому в пределах данной зоны рекомендуется размещать основные и аварийные индикаторы и главные органы управления производственного оборудования.

Менее важные средства отображения информации могут располагаться в зоне, примыкающей к оптимальной, а редко используемые элементы – в зоне с еще большими пределами (когда для наблюдения за СОИ необходимо поворачивать и голову и глаза).

16. Антропометрические данные

Антропометрические признаки – соматические характеристики человека, отражающие его внутривидовые вариации строения и закономерности развития (линейные, периметровые, угловые размеры тела, сила мышц, форма головы, грудной клетки и др.) и выраженные количественно (мм, град, кг, баллы и т.п.). Схема измерения антропометрических размеров тела в положении стоя представлена на рис. 6.11 и в положении сидя – рис. 6.12.

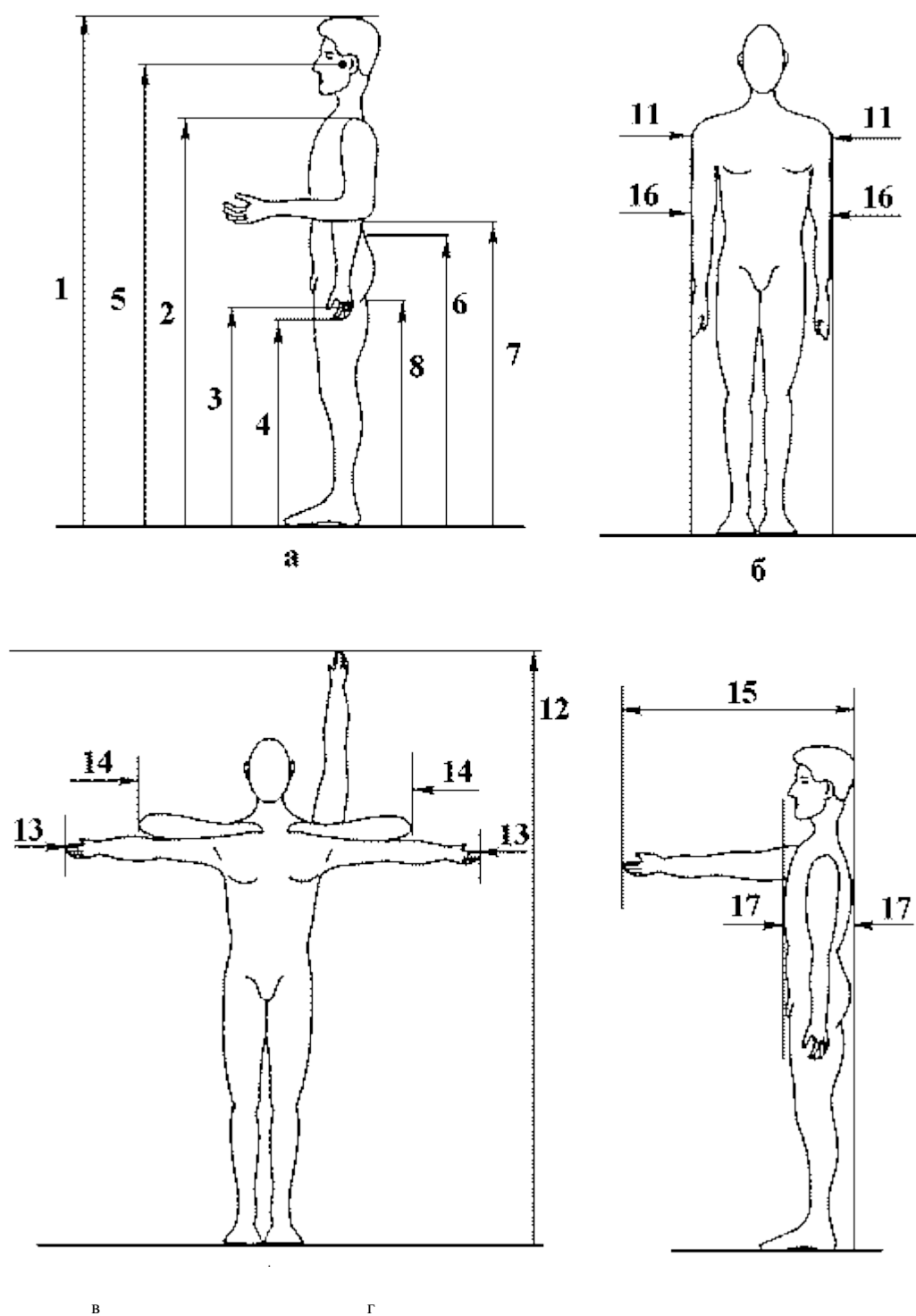


Рис.6.11. Эргономические размеры тела в положении стоя: а - продольные размеры отдельных частей тела; б,в,г - габаритные размеры тела (соответственно - продольные, поперечные, переднезадние)

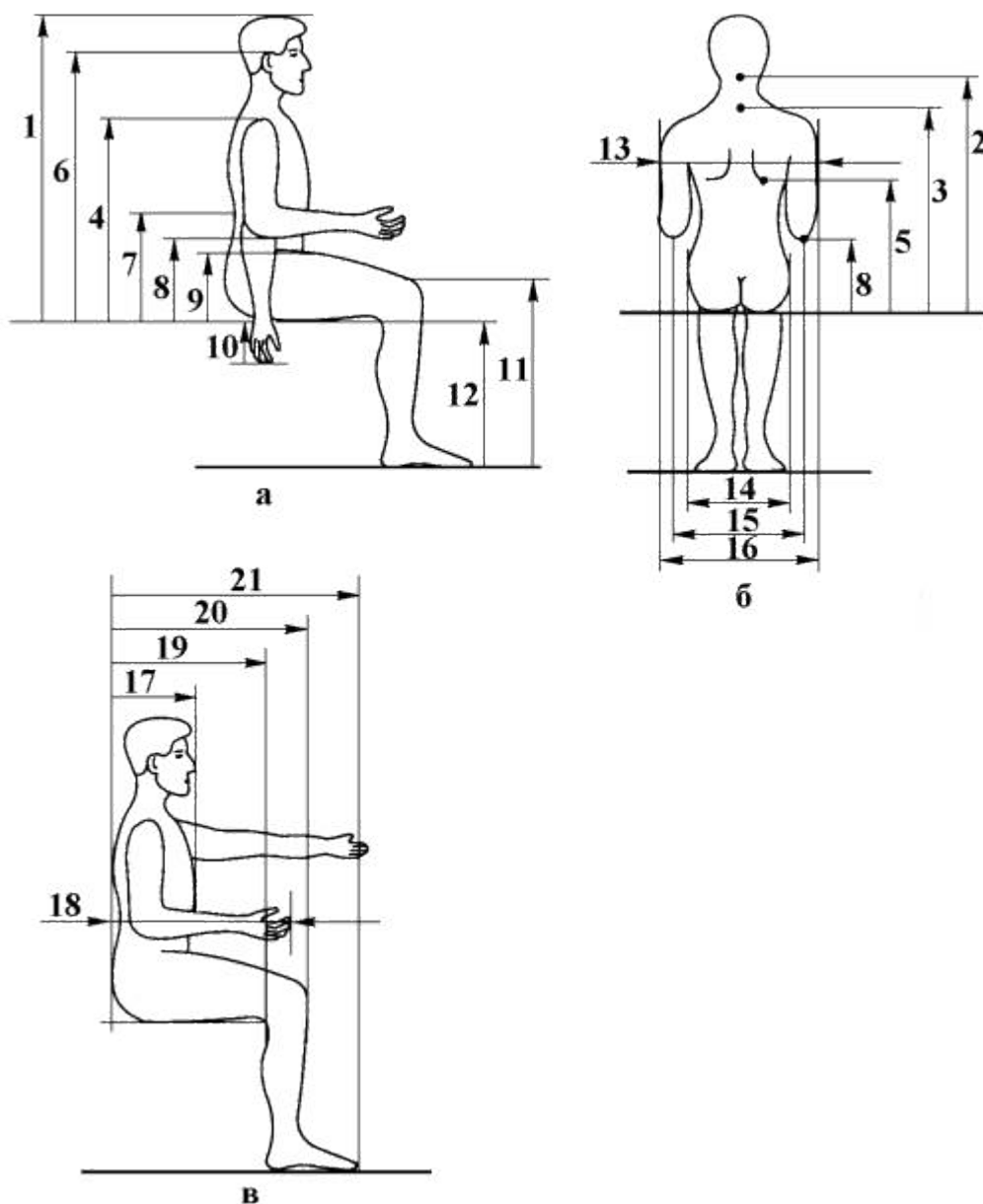


Рис. 6.12. Эргономические размеры тела в положении сидя: а,б - продольные и поперечные размеры тела; в - переднезадние размеры тела

В табл.5.9 и табл.5.10 приведен перечень эргономических размеров тела и их статистические параметры, необходимые для расчетов линейных параметров элементов рабочих мест для работы в положении стоя и сидя. Измерения проведены в 1994 г. — мужчины (166 человек) и женщины (207 человек) в возрасте 18—21 год. Следует отметить, что эти размерные данные характеризуют городское население, которое в настоящее время имеет возраст 38—41 год.

Таблица 6.9

Эргономические размеры (антропометрические признаки)

Положение стоя

№ п/п	Размер тела	Пол	X	S	P ₅	P ₉₅
Высота над полом:						
1	верхушечной точки (рост)	М	175,69	5,62	166,44	184,94
		Ж	163,69	5,74	154,24	173,13
2	плечевой точки	М	146,34	5,52	137,25	155,42

		Ж	135,99	5,48	126,97	145,00
3	фаланговой точки	М	77,30	3,85	70,96	83,64
		Ж	73,12	3,35	67,60	78,63
4	пальцевой III точки	М	66,81	3,68	50,75	72,87
		Ж	63,47	3,20	58,21	68,73
5	глаз	М	163,74	5,33	154,65	172,84
		Ж	152,55	5,65	143,25	161,84
6	линии талии	М	107,89	4,60	100,33	115,46
		Ж	101,97	4,19	95,08	108,86
7	локтя	М	108,32	4,82	100,41	116,23
		Ж	101,04	4,21	94,12	107,97
8	подъягодичной точки	М	80,74	4,12	73,96	87,52
		Ж	74,89	4,19	67,99	81,97
9	Длина кисти	М	18,79	0,87	17,36	20,22
		Ж	16,84	0,80	15,55	18,15
10	Длина стопы	М	26,61	1,18	24,67	28,55
		Ж	23,92	1,05	22,19	25,64
11	Бидельтоидный диаметр	М	45,76	2,25	41,63	49,23
		Ж	41,16	2,11	37,70	44,63
12	Вертикальная досягаемость рук	М	221,91	8,28	208,29	235,53
		Ж	204,71	7,92	191,68	217,75
13	Размах рук	М	178,17	6,75	167,07	189,27
		Ж	163,95	7,51	151,60	176,30
14	Размах рук, согнутых в локтях	М	93,48	3,68	87,42	99,54
		Ж	87,01	3,80	80,76	93,26
15	Передняя досягаемость рук	М	84,90	4,00	78,32	91,48
		Ж	78,94	3,77	72,74	85,14
16	Наибольший поперечный диаметр туловища	М	51,16	3,10	46,11	56,48
		Ж	46,84	3,12	41,70	51,97
17	Наибольший переднезадний диаметр туловища	М	24,54	2,03	20,68	31,16
		Ж	24,23	2,04	20,86	27,59

Эргономические размеры тела (антропометрические признаки)

Положения сидя

№ п/п	Размер тела	Пол	X	S	P ₅	P ₉₅
	Высота над сиденьем:					
1	верхушечной точки	М	91,18	3,18	85,76	95,20
		Ж	85,86	3,18	80,63	90,08
2	затылочной точки	М	79,98	3,25	74,63	85,32
		Ж	74,69	3,29	69,28	80,10
3	шейной точки	М	65,12	3,11	60,00	70,24
		Ж	61,96	2,87	57,24	66,68
4	плечевой точки	М	62,02	2,90	56,36	66,19
		Ж	57,80	2,70	53,27	62,33
5	подлопаточной точки	М	44,84	2,80	40,23	49,45
		Ж	42,43	2,83	37,78	47,09
6	глаз	М	79,04	3,26	73,69	84,40
		Ж	74,17	2,93	69,36	78,99
7	тали	М	26,26	2,16	22,72	29,80
		Ж	24,59	2,03	21,25	27,93
8	локтя	М	24,29	2,52	20,15	28,43
		Ж	23,56	2,41	19,60	27,52
9	бедра	М	15,06	1,75	12,19	17,93
		Ж	14,76	1,36	12,60	17,23
10	Сиденье – III пальцевая фаланга опущенной вниз руки	М	18,01	2,64	13,66	22,65
		Ж	16,12	2,68	11,71	20,53
11	Высота колена над полом	М	56,19	2,52	52,04	60,33
		Ж	52,71	2,43	48,71	56,72
12	Высота подколенного угла над полом	М	46,79	2,40	42,85	50,79
		Ж	42,34	2,30	38,56	46,12
13	Бидельтоидный диаметр	М	45,76	2,25	41,63	49,23
		Ж	41,16	2,11	37,70	44,63
14	Наибольшая ширина таза	М	36,15	2,33	32,31	39,98
		Ж	37,24	2,32	33,42	41,06
15	Межлоктевой диаметр	М	37,90	3,36	32,38	42,42

		Ж	35,05	3,16	29,85	40,26
16	Наибольший межлоктиковый диаметр	М	46,80	3,49	41,06	52,54
		Ж	42,49	3,05	37,48	47,51
17	Спинка сиденья – передняя поверхность туловища	М	22,67	1,99	19,39	25,95
		Ж	23,49	1,99	23,43	27,45
18	Спинка сиденья – III пальцевая точка	М	37,49	2,04	34,14	40,84
		Ж	34,20	1,97	30,96	37,43
19	Спинка сиденья – подколенный угол	М	51,65	2,57	47,58	55,72
		Ж	49,56	2,85	40,63	54,01
20	Спинка сиденья – колено	М	61,04	2,98	56,13	65,95
		Ж	58,38	2,89	53,63	63,14
21	Спинка сиденья – конечная точка стопы	М	76,70	3,83	70,41	83,00
		Ж	72,69	3,41	67,08	78,30

17. Статические антропометрические данные

Статические антропометрические данные – это размеры тела, измеряемые однократно в статическом положении человека. Эти данные используются для расчета свободных параметров элементов рабочего места, для определения диапазона регулирования изменяемых параметров. В свою очередь они делятся на габаритные размеры и размеры отдельных частей тела.

Габаритные размеры — наибольшие размеры тела в разных его положениях и позах, ориентированные в разных плоскостях (размах рук, наибольший поперечный диаметр тела, горизонтальная и вертикальная досягаемость рук и т.п.). Они измеряются по наиболее удаленным точкам тела и используются для расчетов параметров пространства, занимаемого телом человека в разных положениях и позах, проходов, проемов, лестниц, люков, лазов, безопасных расстояний и т. п., а также для расчетов максимальных и минимальных границ досягаемости рук и ног.

Среди **размеров отдельных частей тела** различают размеры конечностей и корпуса, размеры кисти, стопы и головы. Они необходимы для расчетов габаритных и свободных параметров элементов рабочего места.

И габаритные размеры, и размеры отдельных частей тела делятся на продольные, поперечные и переднезадние, а также на проекционные и прямые.

Эргономические антропометрические признаки по биологическим законам изменчивости не выделяются в особую группу, отличную от классических. От последних они отличаются в основном по ориентации в пространстве.

18. Динамические антропометрические данные

К динамическим антропометрическим данным относятся размеры тела человека, изменяющие свою величину при угловых и линейных перемещениях измеряемой части тела в пространстве. Изменения могут быть выражены непосредственно в виде каждого нового измерения одного и того же размера в абсолютных величинах, например изменения длины руки при ее движении в сторону, вперед, вверх. Такие размеры дают представление о максимальных и минимальных границах досягаемости в моторном пространстве. Кроме того, они могут выражаться в виде приростов (эффект движения тела), а именно: максимального увеличения или уменьшения одного и того же размера при перемещении части тела или всего тела в пространстве (рис. 6.13). Например, на 2—3 см увеличиваются наибольшая ширина таза, наибольший переднезадний диаметр тела, передняя досягаемость руки при переходе из положения стоя в положение сидя, при переходе из положения стоя в положение лежа длина тела увеличивается также на 2—3 см и т.п.

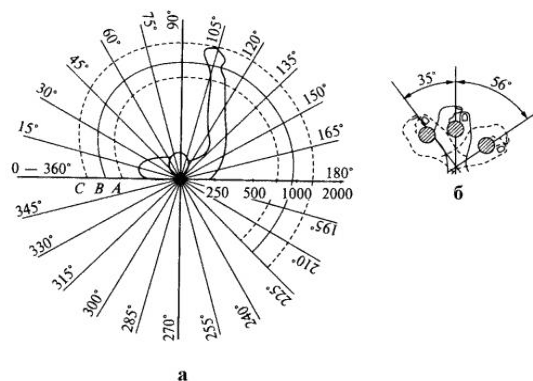


Рис. 6.13. Динамические размеры тела: а - передняя досягаемость руки; траектории (А, В, С) перемещения III фаланговой точки в горизонтальных плоскостях, расположенных на различной высоте от сиденья. База отсчета - точка по середине прямой, соединяющей правую и левую плечевые точки; б - углы сгибания и разгибания кисти в лучезапястном суставе. Пальцы охватывают рукоятку рычага.

Изучение динамических антропометрических признаков необходимо для решения нескольких эргономических задач:

- для определения параметров моторного пространства, его границ и функциональной структуры, что желательно сочетать с физиологическими и психологическими исследованиями деятельности;
- для определения размаха движений приводных элементов органов управления, особенно рычагов и педалей;
- для уточнения границ зон обзора.

19. Кнопки и клавиши

Кнопки и клавиши – применяются для проведения быстрых операций типа «включено – выключено», требуют при управлении незначительных физических усилий, позволяют осуществлять управляющие действия с наибольшей скоростью.

В целях исключения возможности случайного включения соседних кнопок расстояние между их соседними краями должно составлять не менее 15 мм (при работе в перчатках – не менее 25 мм), а для кнопок, нажимаемых большим пальцем, – не менее 50 мм. При освещенности пульта управления ниже 300 лк и частоте нажатия более 5 раз в минуту размеры приводных элементов и расстояний между ними следует увеличить в 1,5 – 3 раза.

Для контроля операции включения – выключения целесообразно использовать подсвет.

20. Рычажные переключатели (тумблеры)

Рычажные переключатели (тумблеры) – применяются для быстрого включения, выключения и переключения режимов работы, не требуют при управлении больших физических усилий, хорошо опознаются на рабочем месте, позволяют осуществлять операции с большой скоростью.

Форма приводного элемента (рычажной части) тумблера может быть конусообразной, многогранной или цилиндрической с расширением на конце в виде шарика или лопатки. Приводной элемент тумблера должен иметь длину не менее 10 – 15 мм и толщину в расширенном участке 3 – 5 мм. Межпозиционные перемещения рычажка должны выполняться в секторе 40 – 60° – для двухпозиционного тумблера и в секторе 30 – 50° – для трехпозиционного.

Положение тумблера, характеризующее его состояние, должно легко распознаваться визуально, тактильно и на слух (как щелчок). Позиция приводного элемента «вверх» должна соответствовать состоянию «включено».

При размещении тумблеров на панели управления в ряд расстояние между их осевыми линиями должно быть не менее 19 мм, при работе в перчатках – не менее 25 мм.

Если тумблеры перекидываются в противоположных направлениях, их концы должны быть удалены друг от друга на расстояние не менее 19 мм. Расстояние между осевыми линиями тумблеров и другими элементами управления должно быть не менее 25 мм.

21. Поворотные переключатели и регуляторы

Поворотные переключатели и регуляторы – применяются для операций «включения – выключения», плавного непрерывного или ступенчатого регулирования, требуют незначительных усилий при работе. Конструкция их должна обеспечивать сигнализацию об установлении каждой дискретной позиции посредством слышимого щелчка или ощущаемого скачкообразного изменения.

Приводные элементы поворотных переключателей ступенчатого действия (селекторные переключатели) должны иметь указатель (стрелку, точку, метку и т.п.) а также надежное устройство подпружинной фиксации положения, которое должно обеспечивать возможность быстрого и однозначного определения позиции переключения. Для крайних позиций приводного элемента необходимо предусматривать стопоры.

Селекторные переключатели следует использовать для дискретного переключения от 3 до 24 исполнительных позиций. Они должны быть снабжены движущейся стрелкой, ориентирной опорной линией, а также неподвижной шкалой. Контрастность ориентирной линии должна составлять не менее 50% цвета всего переключателя. При манипулировании переключателями шкала не должна прикрываться рукой.

Размеры рукоятки поворотного переключателя должны находиться в пределах: диаметр – 20 – 120 мм, ширина – 2 – 15 мм, высота 10 – 55 мм.

Ручкам, рассчитываемым на точную регулировку, необходимо обеспечить диапазон поворотов на 30 – 60° в каждую сторону от нулевой точки. У ручек, рассчитываемых на большие усилия, боковые поверхности должны быть ребристыми для обеспечения надежного захвата.

Расстояние между краями соседних ручек при работе пальцами должно составлять не менее 20 мм, при работе в перчатках – не менее 25 мм, при работе кистью – не менее 50 мм, при работе двумя руками – не менее 70 мм.

22. Маховики и штурвалы

Маховики и штурвалы – предназначены для ступенчатых переключений и плавного регулирования, выполняемых одной или двумя руками. Они применяются в условиях, требующих значительных усилий либо точного регулирования.

Маховик (ручное колесо со спицами или без них) – орган управления диаметром более 50 мм; штурвал (рулевое колесо) – вид маховика, применяется для изменения направления движения объекта.

Обод маховика должен иметь круглую, овальную или близкую к ним форму, его поверхность не должна иметь острых углов и заусенцев. Рукоятки вращения маховика должны быть удобными для захвата и обеспечивать надежное удержание в процессе управления. Предпочтительны цилиндрическая, веретенообразная, грушевидная и другие удлиненные формы с гладкой или рифленой поверхностью.

Кодирование назначения маховиков целесообразно производить формой и размером, ободов – цветом и расположением в моторном пространстве. Конечные позиции маховика (штурвала) следует снабжать стопором, а маховики, предназначенные для ступенчатых переключений, должны иметь пружинные фиксаторы.

При совместных управляющих действиях двумя руками на двух маховиках направления вращательных движений должны быть взаимно противоположными.

23. Кривошипные рукоятки

Кривошипные рукоятки – применяются для переключения, требующего быстрого вращения или передачи значительных физических усилий на исполнительный орган.

Кривошипные рукоятки рекомендуется располагать справа (слева) от срединно-сагитальной плоскости корпуса работающего, если вращение производится правой (левой) рукой на высоте верхней трети бедра при работе стоя и на высоте локтя при работе сидя.

При необходимости кривошипные рукоятки можно устанавливать на маховике (кривошипная ручка служит для быстрого проворачивания, а маховик – для точной регулировки).

24. Рычаги управления

Рычаги управления – предназначены для ступенчатых переключений и плавного динамического регулирования одной или двумя руками. Их используют при средних или больших усилиях, быстрых движениях при коротком пути управления и прямых траекториях.

Рычаги управления необходимо устанавливать в пределах минимальной и максимальной зон досягаемости для рук с соблюдением требований безопасности. Максимальное допустимое число позиций рычага равно 8.

Рычаги, перемещаемые двумя руками, следует располагать в срединно-сагитальной плоскости с отклонениями в стороны не более 100 мм. Рычаги, перемещаемые одной рукой, должны располагаться со стороны действующей руки на уровне локтя, при сгибании ее в локтевом суставе под углом 90 - 135° и при направлении движения к себе от себя.

Рычаг удобнее перемещать в вертикальной плоскости чем в горизонтальной. Размах рычага не должен быть более 200 мм (в любую сторону).

25. Ножные органы управления

Ножные органы управления – Предназначены для операций типа включения – выключения и регулирования состояния объекта управления.

При частом и продолжительном пользовании ножными органами управления необходимо обеспечить работу в положении сидя.

Усилие, прилагаемое к педали, определяется рядом факторов: типом объекта управления, конструктивным решением педали, положением работающего (сидя или стоя), частотой использования и т.п. Усилие, развиваемое ногой, больше в положении стоя. При выполнении работ в положении стоя следует по возможности избегать применения педалей. Если это необходимо, то педаль должна располагаться на высоте не более чем 200 мм от пола. Направление движения должно быть приблизительно вертикальным. Движения нажатия должны осуществляться только в голеностопном суставе.

Педали следует располагать в зоне досягаемости или в оптимальной зоне действия ног. Для обеспечения оптимального положения ноги в положении сидя угол в голеностопном суставе должен составлять 90 – 100°, а в коленном 110 – 120°.

26. Рабочее пространство, рабочее место и рабочая задача

Под **рабочим пространством** понимается некоторый объем, предназначенный в рабочей системе для трудовой деятельности одного человека или большего числа людей и позволяющий выполнить рабочую задачу.

Рабочим местом называется та часть рабочего пространства, где располагается производственное оборудование, с которым взаимодействует человек в рабочей среде.

Рабочая задача - это цель, которая должна быть достигнута в определенных условиях, и требуемые действия для выполнения задачи человеком или большим числом людей.

27. Свободные параметры

Свободные параметры – это параметры отдельных элементов рабочего места, которые не имеют общих баз отсчета, а следовательно не сопряжены друг с другом. Свободные параметры могут быть регулируемыми (переменными – рабочее кресло) и нерегулируемыми (постоянными).

28. Компонентные параметры

Компонентные параметры – характеризуют положение отдельных элементов рабочего места относительно друг друга и работающего человека. К ним относятся расстояния между элементами рабочего места, границы досягаемостей в моторном пространстве, зоны оптимального видения, высотные соотношения между рабочей поверхностью, сиденьем и подставкой для ног, размах движений приводных элементов органов управления и т.д.

Компонентные параметры могут быть постоянными и переменными (регулируемыми). Регулировка возможна за счет регулировки свободных параметров и за счет подвижности элементов рабочего места.

29. Габаритные параметры

Среди *габаритных* следует различать габаритные параметры в целом и габаритные параметры отдельных элементов.

Габаритные параметры рабочего места в целом (объем, высота, ширина, глубина, площадь) характеризуют предельные размеры внешних его очертаний, если рабочее место не имеет ограждений (станок, пульт, конвейер и т.п.), или размеры его внутренних очертаний, если рабочее место имеет ограждение (кабина).

Габаритные параметры отдельных элементов определяют объем рабочего пространства в целом и его планировку.

В пределах габаритных параметров рассматриваются свободные и компонентные параметры.

30. Классификация рабочих мест

1. По отношению к целевому продукту:

- основные;
- вспомогательные;
- обслуживающие.

2. По месту, занимаемому в системе организации производства:

- рабочих;
- служащих;
- ИТР;
- руководителей;
- оперативного персонала.

3. По специфике организации взаимодействия работающих друг с другом в технологическом процессе:
 - индивидуальные;
 - коллективные.
4. По степени изоляции:
 - изолированные;
 - неизолированные (огражденные, не огражденные).
5. По характеру отношений к внешней среде:
 - в помещении;
 - вне помещения.
6. По отдельным характеристикам средств труда – по уровню механизации труда:
 - для производства ручных работ;
 - для производства механизированных работ;
 - для производства автоматизированных работ;
 - для производства работ смешанного типа.
7. По степени специализации средств труда:
 - рабочее место с универсальными средствами труда;
 - рабочее место со специализированными средствами труда;
 - рабочее место со специальными средствами труда.
8. По количеству обслуживаемого оборудования:
 - одно-машинные;
 - многомашинные.
9. По степени подвижности работающего:
 - рабочее место без перемещения работающего;
 - рабочее место с ограниченным перемещением работающего относительно средств труда;
 - рабочее место с перемещением работающего в ограниченном пространстве (маршрутное, зональное) без использования средств транспорта.
10. По степени подвижности рабочего места:
 - стационарные;
 - подвижные.

31. Классификация средств труда

Основные средства труда – непосредственно выполняют операции технологического процесса.

Вспомогательные средства труда – имеют подсобное значение и предназначены для обеспечения условий работы основного оборудования. По характеру назначения вспомогательное оборудование делится на технологическую и организационную оснастку.

Технологическая оснастка – обеспечивает более эффективную эксплуатацию основного производственного оборудования.

Организационная оснастка – обеспечивает более эффективную организацию человека путем создания удобства и безопасности в эксплуатации и обслуживании производственного оборудования.

32. Классификация зон сенсорной активности

Зона постоянная сенсорной активности – зона выполнения основных рабочих операций.

В сенсорной **зоне периодической активности** работающий пребывает несколько раз в течение рабочего дня через определенные промежутки времени, обусловленные характером протекания технологического процесса (смена заготовок, инструмента и т.п.).

Зона эпизодической сенсорной активности характеризуется относительной неопределенностью во времени, по мере необходимости (аварийная остановка оборудования, включение освещения и т.п.).

33. Статические антропометрические данные

Статические антропометрические данные – это размеры тела, измеряемые однократно в статическом положении человека. Эти данные используются для расчета свободных параметров элементов рабочего места, для определения диапазона регулирования изменяемых параметров. В свою очередь они делятся на габаритные размеры и размеры отдельных частей тела.

Габаритные размеры — наибольшие размеры тела в разных его положениях и позах, ориентированные в разных плоскостях (размах рук, наибольший поперечный диаметр тела, горизонтальная и вертикальная досягаемость рук и т.п.). Они измеряются по наиболее удаленным точкам тела и используются для расчетов параметров пространства, занимаемого телом человека в разных положениях и позах, проходов, проемов, лестниц, люков, лазов, безопасных расстояний и т. п., а также для расчетов максимальных и минимальных границ досягаемости рук и ног.

Среди **размеров отдельных частей тела** различают размеры конечностей и корпуса, размеры кисти, стопы и головы. Они необходимы для расчетов габаритных и свободных параметров элементов рабочего места.

И габаритные размеры, и размеры отдельных частей тела делятся на продольные, поперечные и переднезадние, а также на проекционные и прямые.

Эргономические антропометрические признаки по биологическим законам изменчивости не выделяются в особую группу, отличную от классических. От последних они отличаются в основном по ориентации в пространстве.

34.Динамические антропометрические данные

К динамическим антропометрическим данным относятся размеры тела человека, изменяющие свою величину при угловых и линейных перемещениях измеряемой части тела в пространстве. Изменения могут быть выражены непосредственно в виде каждого нового измерения одного и того же размера в абсолютных величинах, например изменения длины руки при ее движении в сторону, вперед, вверх. Такие размеры дают представление о максимальных и минимальных границах досягаемости в моторном пространстве. Кроме того, они могут выражаться в виде приростов (эффект движения тела), а именно: максимального увеличения или уменьшения одного и того же размера при перемещении части тела или всего тела в пространстве (рис. 6.13). Например, на 2—3 см увеличивается наибольшая ширина таза, наибольший переднезадний диаметр тела, передняя досягаемость руки при переходе из положения стоя в положение сидя, при переходе из положения стоя в положение лежа длина тела увеличивается также на 2—3 см и т.п.

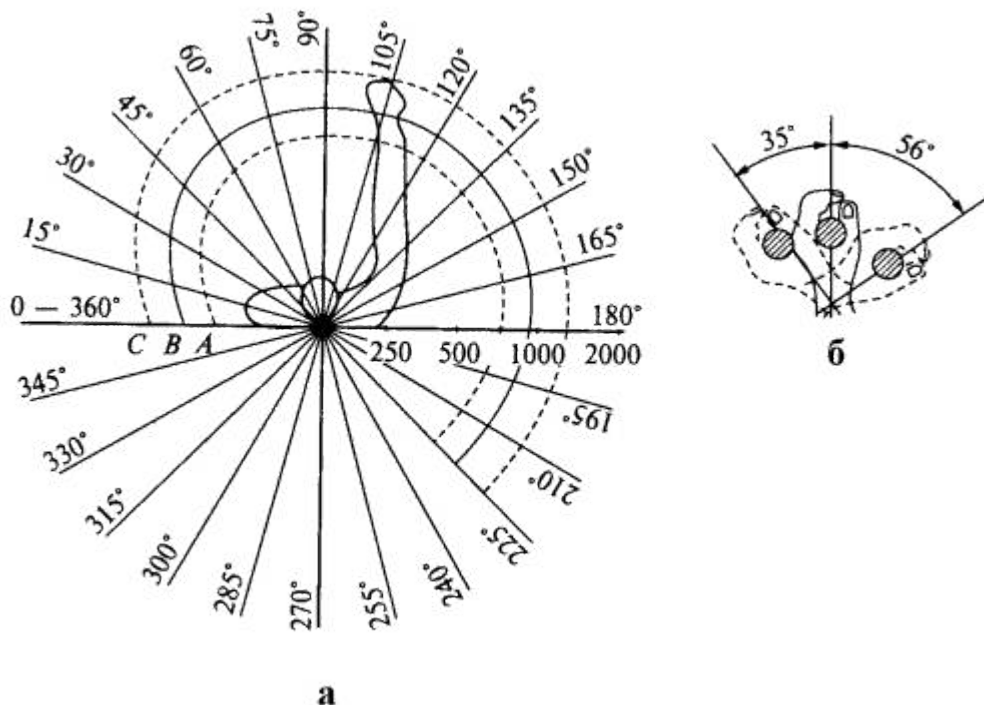


Рис. 6.13. Динамические размеры тела: а - передняя досягаемость руки; траектории (А, В, С) перемещения III фаланговой точки в горизонтальных плоскостях, расположенных на различной высоте от сиденья. База отсчета - точка по середине прямой, соединяющей правую и левую плечевые точки; б - углы сгибания и разгибания кисти в лучезапястном суставе. Пальцы охватывают рукоятку рычага.

Изучение динамических антропометрических признаков необходимо для решения нескольких эргономических задач:

- для определения параметров моторного пространства, его границ и функциональной структуры, что желательно сочетать с физиологическими и психологическими исследованиями деятельности;
- для определения размаха движений приводных элементов органов управления, особенно рычагов и педалей;
- для уточнения границ зон обзора.

35.Базы отсчета для измерения параметров рабочих мест

Для расчетов эргономических параметров рабочих мест и производственного оборудования на основе антропометрических данных при проектировании, а также для их измерений на рабочем месте с целью проведения эргономического анализа и оценки, следует использовать унифицированные базы отсчета, которые не требовали бы при их нахождении сложных перерасчетов или применения специальных устройств. Базы отсчета для измерений и расчетов габаритных, свободных и компоновочных параметров рабочих мест различны.

Для расчетов и измерений **внутренних габаритных параметров** рабочего места за базы отсчета принимаются воображаемые ограничительные плоскости, касательные к наиболее выступающим внутрь рабочего пространства точкам элементов рабочего места, ограничивающим размах движений и прохождение работающего (приводные элементы органов управления, щиток, отопитель, плафон, ограждающее устройство и т.п.). Например, ширина кабины экскаватора измеряется как проекционное расстояние между выступающими внутрь элементами, расположенными на правой и левой ее стенках на уровне плечевого пояса машиниста в положении сидя.

Базами отсчета для расчетов и измерений **габаритных параметров** отдельных элементов рабочего места (сиденья, щитка, кнопки и т.п.) будут наиболее выступающие по высоте, ширине и глубине точки, края и т.п. измеряемого элемента рабочего места. Например, общая высота рабочего сиденья рассматривается как высота над полом верхнего края спинки в самом ее высоком положении (и при самой большой высоте сиденья).

Базы отсчета **свободных параметров** рабочего места находят в пределах измеряемого элемента рабочего места. Для каждого параметра они будут различны. Например, ширина сиденья измеряется как прямое расстояние между его правым и левым краями. Длина педали — расстояние между центральными точками переднего и заднего края и т.п. Часто размеры, являющиеся для рабочего места в целом свободными, для измеряемого элемента являются габаритными.

Базы отсчета для расчетов **компоновочных параметров** различны, и выбор их зависит от выбора параметра, но, как правило, ими являются ограничительные плоскости.

Так как в современной научной и справочной литературе представлены в основном статические антропометрические признаки, то и предлагаемая система отсчета границ моторного пространства выбрана с условием использования только этой группы признаков.

Измерения и расчеты границ досягаемости на рабочем месте производят в основных ортогональных плоскостях: горизонтальной, фронтальной и сагиттальной (профильной), используя внешнюю систему отсчета, вне тела.

Нулевые точки отсчета располагаются на следующих плоскостях (рис. 6.10).

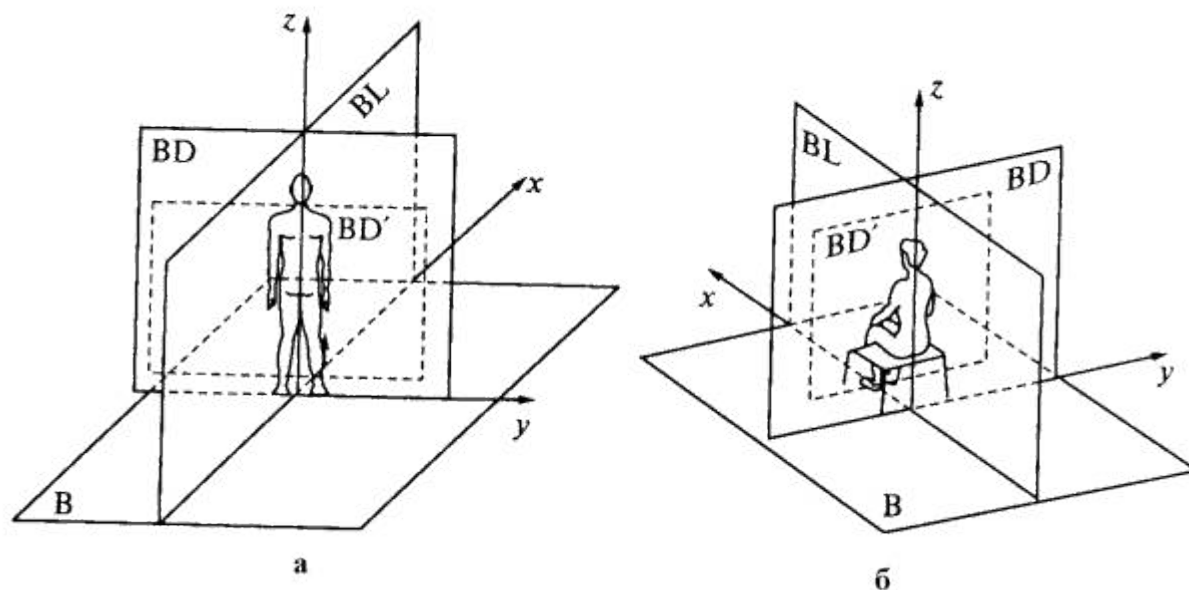


Рис. 6.10. Системы координат, используемые при расчетах эргономических параметров рабочих мест: а - в положении стоя; б - в положении сидя

В положении стоя:

- на горизонтальной плоскости В (пол или другая опорная поверхность для стоп, например подставка для ног, педаль и т.п.);
- на фронтальной плоскости ВО (воображаемая плоскость, касательная переднему краю оборудования);
- на срединно-сагиттальной плоскости (профильной) ВВ, совпадающей с одноименной плоскостью тела.

В положении сидя:

- на горизонтальной плоскости В (пол или другая опорная поверхность для стоп);
- на фронтальной плоскости:

а) касательной к переднему краю оборудования (ВО), если сиденье свободно-подвижно;

б) касательной к наиболее выступающим точкам спины, или спинки сиденья (ВО), при закрепленном сиденье или при наличии его подвижности по направляющей вперед-назад;

- на срединно-сагиттальной плоскости ВВ, проходящей через середину сиденья (профильная) и совпадающей с одноименной плоскостью тела при выпрямленном корпусе.

Следует заметить, что многие из этих плоскостей, кроме фронтальной плоскости, параллельной переднему краю оборудования, были использованы как базы отсчета при измерениях антропометрических признаков. Поэтому в качестве конечных точек расчетов будут наиболее удаленные от этих плоскостей точки тела (верхушечная; III пальцевая точка вытянутой вперед руки; надколенная чашечка; конечная точка стопы и т. п.) и соответственно те элементы оборудования, которые работающий человек может (или не может) свободно, без напряжения, достать, не меняя положения тела и позы. На каждом рабочем месте в каждом участке моторного пространства конечные точки будут различны (центр кнопки, лобовое стекло и т.п.).

Опорные поверхности могут быть первичными – базовыми (уровень пола), и вторичными – определяемыми относительно уровня пола (подставка для ног, педаль, сиденье, подлокотник, рабочая поверхность). Высота органов управления и средств индикации может измеряться как относительно первичной, так и относительно вторичных поверхностей. Выбор поверхности отсчета производится исходя из конкретных условий. Высота вторичной поверхности всегда должна быть определена относительно базовой.

Передним краем оборудования следует считать передний (ближний к работающему) край столешницы, панели пульта, станины станка или выступающие за эти края приводные элементы органов управления (рычаги, маховики, педали и т.п.), т.е. те элементы оборудования, положение которых не позволяет рабочему подойти ближе к оборудованию.

Для расчетов соотношений между высотой рабочей поверхности, высотой сиденья и высотой подставки для ног основной базой отсчета служит пол.

Базами отсчета для расчетов оптимальных расстояний или оценки уже рассчитанных расстояний между приводными элементами органов управления (параметры группирования органов управления) следует считать наиболее выступающие точки краев двух соседних приводных элементов при их нейтральном рабочем положении. Принятые в технической документации расстояния между осями (центрами) приводных элементов не являются эргономическими параметрами, так как не рассчитываются на основе размеров пальцев и кисти, а являются производными: сначала рассчитывают диаметр или ширину и длину приводного элемента, затем расстояние между краями соседних элементов, в результате чего получают расстояние между продольными осями. Расстояния между продольными осями кнопок и клавиш измеряют и оценивают в тех случаях, когда их края смыкаются.

36. Физические производственные факторы рабочей среды:

1. Температура поверхностей оборудования, материалов.
2. Температура, влажность и подвижность воздуха, его ионизация, запыленность и загазованность.
3. Уровни шума, вибрации, инфразвуковых колебаний, ультразвука, статического электричества, электромагнитных излучений, электрического и магнитного полей.
4. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.
5. Естественная и искусственная освещенность.
6. Яркость света.
7. Прямая и отраженная блескость.
8. Пульсация светового потока.
9. Контрастность.
10. Уровень ультрафиолетовой и инфракрасной радиации.

37. Химические производственные факторы рабочей среды:

По характеру воздействия на организм человека химические факторы классифицируются следующим образом:

1. Общетоксические.
2. Раздражающие.
3. Сенсибилизирующие.
4. Канцерогенные.
5. Мутагенные.
6. Влияющие на репродуктивную функцию.

38. Биологические производственные факторы рабочей среды:

1. Микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие).
2. Макроорганизмы (растения, животные).

39. Психофизиологические производственные факторы рабочей среды:

1. Физические перегрузки (статические и динамические)
2. Гиподинамия.
3. Нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

40. Социально-психологические производственные факторы рабочей среды:

Группа социально-психологических факторов составляет характеристики так называемого «психологического климата производственного процесса и некоторые социальные характеристики процесса труда. Эта группа порождается социально-экономическими отношениями в обществе, в том числе отношением к труду.

41. Рабочие положения и позы

Рабочее пространство и организация рабочего места, достигаемость и величина усилий на органы управления, а также характеристики обзорности обуславливаются прежде всего положением тела работающего. С точки зрения биомеханики положение тела зависит от ориентации его в пространстве и от величины площади опоры. Наиболее распространены рабочие положения стоя и сидя, реже - лежа. Каждое положение характеризуется определенными условиями равновесия, степенью напряжения мышц, состоянием кровеносной и дыхательной систем, расположением внутренних органов и, следовательно, расходом энергии.

Поза - это взаиморасположение звеньев тела, независимое от его ориентации в пространстве и отношения к опоре.

Термин "рабочая поза" обозначает наиболее частое и предпочтительное взаиморасположение 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).

42. Перцентиль

Перцентиль (процент) — значение антропометрического признака для сотой доли совокупности измеренных людей. Если кривую распределения всей совокупности измеренных людей разделить на 100 равных частей, то получим 99 площадей, в каждой из которых будет свое значение признака и частота ее встречаемости. Каждый перцентиль имеет свой номер, совпадающий с его порядком. Например, 1-й перцентиль в распределении отсекает наименьшие значения признака, составляющие 1 % от всех его значений; 5-й перцентиль длины тела у мужчин составляет 163,6 см, т.е. это означает, что 5% измеренных людей имеют длину тела 163,6 см и ниже, а 95 % — выше.

Глоссарий

Эргономика (от греческого *ergon* - работа, *nomos* - закон) - это наука, изучающая человека или группу людей и их деятельность в условиях современного производства с целью оптимизации орудий и процесса труда.

Система "человек - машина" (или "рабочая система") включает одного или большее число людей и производственное оборудование, используемое при выполнении задачи системы в рабочем пространстве, в среде на рабочем месте и в ситуациях, определяемых рабочими задачами.

Рабочая среда (производственная среда) - это физические, химические, биологические, социальные и культурные факторы, совокупность которых составляет среду на рабочем месте.

Комфортным называется состояние внешней среды, обеспечивающее оптимальную динамику работоспособности, хорошее самочувствие и сохранение здоровья работающего человека.

Относительно дискомфортным называется состояние внешней среды на рабочем месте, которое при воздействии в течение определенного интервала времени обеспечивает заданную работоспособность и сохранение здоровья, но вызывает у человека неприятные субъективные ощущения и функциональные изменения, не выходящие за пределы нормы.

Экстремальным называется состояние внешней среды на рабочем месте, которое приводит к снижению работоспособности человека и вызывает функциональные изменения, выходящие за пределы нормы, но не ведущие к патологическим нарушениям.

Сверх экстремальным называется состояние внешней среды на рабочем месте, которое приводит к возникновению в организме человека патологических изменений (или невозможности выполнения работы).

Прием информации - обнаружение сигналов, выделение из их совокупности наиболее значимых, их расшифровка и декодирование. На этом этапе информация приводится к виду пригодному для оценки и принятия решения.

Оценка и переработка информации - осуществляется сопоставление заданных и текущих режимов работы системы, производится анализ и обобщение информации, выделяются критические объекты и ситуации и на основании заранее известных критериев важности и срочности определяется очередность обработки информации.

Принятие решения - решение о необходимых действиях принимается на основе проведенного анализа и оценки информации, а также на основе других известных сведений о целях и условиях работы системы, возможных способах действия, последствиях правильных и ошибочных решений.

Реализация принятого решения - осуществляется приведение принятого решения в исполнение: перекодирование принятого решения в машинный код, поиск нужного органа управления, движение руки и (или) ноги к органу управления и манипуляция с ним.

Зрительный анализатор позволяет воспринимать форму, цвет, яркость и движение предмета. Раздражитель зрительного анализатора - световая энергия. Рецептор - глаз.

Слуховой анализатор обнаруживает и опознает звуки; позволяет различать звуковые раздражения; определять направление звука; а также удаленность источника. Раздражитель слухового анализатора - звуковая энергия. Рецептор - ухо.

Тактильный анализатор при помощи тактильных (осязательных) рецепторов человек получает информацию о положении объекта в пространстве, о его форме, поверхности, качестве материала, из которого он сделан и т.д.

Минимальная величина раздражителя, вызывающая едва заметное ощущение, носит название нижнего абсолютного порога чувствительности. Сигналы, величина которых меньше нижнего абсолютного порога чувствительности, человеком не воспринимаются.

Увеличение же сигнала сверх верхнего абсолютного порога чувствительности вызывает у человека болевые ощущения.

Интервал между нижним и верхним абсолютными порогами чувствительности носит название диапазона чувствительности анализатора.

Дифференциальный порог - минимальное различие между двумя раздражителями, либо между двумя состояниями одного раздражителя, вызывающее едва заметное различие ощущений.

Оперативный порог определяется той минимальной величиной различия между сигналами, при которой точность и скорость различения достигает максимума.

Оптимальной (или эффективной) зоной видимости является зона, соответствующая пространству, ограниченному углом 300 в горизонтальной и вертикальной плоскостях (по 150 в стороны, вверх и вниз от нормальной линии зрения).

Оптимальная зона досягаемости моторного поля ограничена по горизонтали углом 300 от средней линии туловища (вправо и влево) и расстоянием до переднего края рабочей поверхности 300 мм.

Средство отображения информации - индикатор (по-англ. indicator - указатель, от лат. *indico* - указываю, определяю) - прибор (устройство, элемент), отображающий ход процесса или состояние объекта наблюдения в форме удобной для восприятия человеком.

К органам управления (ОУ) относятся устройства, с помощью которых человек управляет объектами.

Рабочая задача - это цель, которая должна быть достигнута в определенных условиях, и требуемые действия для выполнения задачи человеком или большим числом людей.

Под рабочим пространством понимается некоторый объем, предназначенный в рабочей системе для трудовой деятельности одного человека или большего числа людей и позволяющий выполнить рабочую задачу.

Рабочая поза обозначает наиболее частое и предпочтительное взаиморасположение звеньев тела при выполнении трудовых операций.

Рабочим местом называется та часть рабочего пространства, где располагается производственное оборудование, с которым взаимодействует человек в рабочей среде.

Рабочая поверхность - это элемент оборудования, на котором работающий, используя необходимые средства, выполняет действия с предметом деятельности.

Габаритные параметры рабочего места в целом (объем, высота, ширина, глубина, площадь) характеризуют предельные размеры внешних его очертаний, если рабочее место не имеет ограждений (станок, пульт, конвейер и т.п.), или размеры его внутренних очертаний, если рабочее место имеет ограждение (кабина).

Габаритные параметры отдельных элементов определяют объем рабочего пространства в целом и его планировку.

Свободные параметры – это параметры отдельных элементов рабочего места, которые не имеют общих баз отсчета, а следовательно не сопряжены друг с другом. Свободные параметры могут быть регулируемыми (переменными – рабочее кресло) и нерегулируемыми (постоянными).

Компоновочные параметры – характеризуют положение отдельных элементов рабочего места относительно друг друга и работающего человека.

Антропометрические признаки - соматические характеристики человека, отражающие его внутривидовые вариации строения и закономерности развития (линейные, периметровые, угловые размеры тела, сила мышц, форма головы, грудной клетки и др.) и выраженные количественно (мм, град, кг, баллы и т.п.).

К динамическим антропометрическим данным относятся размеры тела человека, изменяющие свою величину при угловых и линейных перемещениях измеряемой части тела в пространстве.

Статические антропометрические данные – это размеры тела, измеряемые однократно в статическом положении человека.

Перцентиль (процент) — значение антропометрического признака для сотой доли совокупности измеренных людей.