



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Институт повышения квалификации
и переподготовки

Кафедра «Обработка материалов давлением»

А. Н. Швецов

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ

ПОСОБИЕ

для слушателей специальности 1-59 01 01

**«Охрана труда в машиностроении
и приборостроении»**

заочной формы обучения

Гомель 2016

УДК 621:331.101.1(075.8)
ББК 30.17я73
Ш35

*Рекомендовано к изданию кафедрой «Обработка материалов давлением»
ИПКиП ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 3 от 10.11.2015 г.)*

Рецензент: декан машиностр. фак. ГГТУ им. П. О. Сухого,
канд. техн. наук, доц. *Г. В. Петришин*

Швецов, А. Н.
Ш35 Эргономические основы организации рабочих мест : пособие для слушателей специальности 1-59 01 01 «Охрана труда в машиностроении и приборостроении» заоч. формы обучения / А. Н. Швецов. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – 137 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

В пособии рассмотрены состав и особенности системы «человек–машина–среда», функциональные состояния человека в процессе труда и факторы, обуславливающие динамику его функциональных состояний, техника безопасности на производственном объекте, проектирование и создание рабочих мест с точки зрения эргономики, эргономическая оценка внешней среды и системы «человек – машина», эстетическое оформление технологического оборудования.

Предназначен для слушателей ИПК специальности 1-59 01 01 «Охрана труда в машиностроении и приборостроении», может быть использован для студентов машиностроительной специальности учреждений высшего образования.

**УДК 621:331.101.1(075.8)
ББК 30.17я73**

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2016

Содержание

Исторические предпосылки возникновения эргономики	5
Научно-технические предпосылки возникновения и развития эргономики.....	7
Предмет дисциплины, ее задачи и содержание, связь с другими дисциплинами.....	8
Основные научные направления о взаимодействии человека и техники.....	12
Основные показатели работы СЧТС	15
Классификация СЧТС. Распределение функций в СЧТС.....	18
Классификация СЧТС. специфика взаимоотношений человека с предметом труда в различных типах систем "человек - техника - среда".....	21
Эргономические показатели и стандарты	25
Статические и динамические эргономические антропометрические признаки.....	29
Особенности измерений статических антропометрических признаков	32
Особенности измерений динамических антропометрических признаков	34
Формы представления антропометрических данных.....	37
Общие правила расчета эргономических параметров рабочих мест. 39	
Влияние психологических и психофизиологических факторов на деятельность человека – оператора	40
Восприятие (перцепция) и информационное взаимодействие в СЧТС	41
Информационное взаимодействие в СЧТС.....	44
Характеристики зрительного анализатора.....	46
Характеристики слухового анализатора	50
Распределение информации между воспринимающими каналами человека – оператора.....	52
Основные понятия о зрительных искажениях (оптические иллюзии).....	56
Характеристики эмоциональных состояний человека-оператора	60
Характеристика психических состояний, негативно влияющих на деятельность человека-оператора.....	62
Эргономическая оценка внешней среды Классификация факторов производственной среды	66
Основные функции и задачи цвета производственной среды.....	69

Ассоциации, возникающие при восприятии цветов.....	73
Цветовое оформление производственного помещения	75
Биомеханические характеристики человека-оператора.....	80
Требования к организации рабочего места на производстве с точки зрения эргономики	82
Основные факторы производственного процесса, влияющие на организацию рабочего места с точки зрения эргономики	83
Исследования рабочих движений при организации рабочего места с точки зрения эргономики.....	85
Проектирование рабочего места. Параметры рабочего места.	92
Общие эргономические требования к органам управления	100
Требования к конструкции приводных элементов органов управления	104
Требования к рабочим поверхностям при оптимальной организации рабочего места	113
Конструирование оборудования с учётом антропометрии и биомеханики человека	121
Конструирование индикаторов, сигнальных устройств и органов управления с точки зрения особенностей человеческого восприятия и выполняемого задания	124
Применение эргономических принципов в процессе конструирования	127
Эргономическая оценка систем человек – машина.....	130
Эстетическое оформление технологического оборудования.....	133

ИСТОРИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭРГОНОМИКИ

Эргономика (от греч. *ergon* - работа и *nomos* - закон) - это наука, изучающая проблемы, возникающие в системе "человек-техника-среда" (СЧТС), с целью оптимизации трудовой деятельности оператора, создания для него комфортных и безопасных условий, повышения за счет этого его производительности, сохранения здоровья и работоспособности. Эргономика занимается комплексным изучением и проектированием трудовой деятельности с целью оптимизации орудий, условий и процесса труда, а также профессионального мастерства, наука занимающаяся изучением человеческих факторов (рис. 1).



Рис. 1. Эргономика – системное изучение человеческих факторов в технике

Проблема человеческих факторов так же стара, как орудия труда и рукотворная среда обитания, созданные для нужд человека. Еще в доисторические времена их удобство и соответствие потребностям людей были, по образному выражению английского ученого Б. Шеккела, вопросом жизни и смерти: если человек изготавливал плохое орудие и не мог достаточно эффективно его применять, на свете очень скоро становилось одним плохим конструктором меньше. Развитие производства вызвало необходимость учета психологической стороны процесса труда. Поэтому были исследованы психологические свойства человека в процессе труда: восприятие, память, мыш-

ление, способность концентрировать внимание и др., а также разработаны некоторые психодиагностические методы отбора рабочей силы для реализации определенных трудовых процессов. Выполненные исследования составили важный этап в становлении эргономики и способствовали все большему приспособлению машины к человеку.

В конце XIX и в начале XX веков в промышленно развитых странах мира (США, Англии, Германии, Японии и др.) организуются специальные лаборатории, кафедры и институты, изучающие влияние трудовых процессов и производственной среды на организм человека. В это время бурно развивались психология, физиология и гигиена труда. Результаты исследований этих наук нашли свое применение в промышленном производстве - как, например, концепция методов работы инженерного проектирования Ф.Тейлора на заводах Форда при организации конвейерного производства. Научное изучение трудовой деятельности, зарождение эргономики связывают с именем американского инженера Ф. Тейлора и его учеников, хотя тейлоризм рассматривал человека как часть машины или как приложение к ней.

К 40-м годам нашего столетия во многих областях техники и машиностроения, а также физики, химии и других наук были достигнуты выдающиеся успехи, использованные в годы второй мировой войны для создания оружия и сложной военной техники, в которой производительность системы "человек-машина" была ограничена возможностями человека, а не машины. Этот новый подход к решению проблем потребовал привлечения к совместной работе специалистов различного профиля: инженеров, анатомов, физиологов и психологов.

После Второй мировой войны начались работы по обобщению достигнутого опыта и применению его к решению промышленных проблем. Важным шагом для решения этих задач было образование в 1949 г. в Англии Эргономического научно-исследовательского общества. Так возникло объединение ученых смежных научных дисциплин для совместной работы по решению общих проблем в проектировании эффективной трудовой деятельности человека, использующего в процессе работы технические средства и системы. Для обозначения новой научной области был использован термин "эргономика" впервые предложенный еще в 1857 г. польским естествоиспытателем Войтехом Ястшембовским, опубликовавшим работу "Очерки по эргономии, или науке о труде, основанной на закономерностях науки о природе".

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ЭРГОНОМИКИ

Предпосылками возникновения и развития эргономики послужили проблемы, связанные с внедрением и эксплуатацией новой техники и технологии на современном этапе научно-технической революции и оказавшиеся не разрешимыми средствами только технических и медицинских наук. Необходимо было согласовать рекомендации психологии, физиологии, гигиены труда, дизайна и объединить их в общую систему требований к содержанию и характеру труда в СЧТС. На основе теории и методологии такого объединения и возникла эргономика.

Первой, наиболее существенной проблемой является недостаточная эффективность СЧТС, которая часто оказывается ниже расчетной, ожидаемой. Во многих случаях человек-оператор не в состоянии полностью использовать весь потенциал СЧМС по множеству причин. К ним относятся: несогласованность параметров оборудования и возможностей человека работать в условиях дефицита времени и информации, мощного воздействия внешних факторов (шум, вибрация, излучения, микроклимат и пр.); недооценка заинтересованности человека в использовании новой техники, уровня его интеллектуального и нравственного развития и др. Незнание или игнорирование разработчиком и конструктором этих причин, образующих человеческий фактор, приводило к тому, что производительность новых СЧМС в 70-х-начале 80-х годов повышалась не более чем на 25—30%.

Второй проблемой СЧТС является феномен роста травматизма людей, взаимодействующих с техническими системами на производстве, транспорте и в быту. Так, согласно статистическим данным, приводившимся на VI конгрессе эргономической ассоциации (Вашингтон, 1976), в 1946 г. в Англии и Уэлс смертность от инфекционных заболеваний в два раза превышала смертность в результате различных несчастных случаев. В 1961 г. картина здесь резко изменилась: смертность вследствие несчастных случаев в три раза превысила смертность от инфекционных заболеваний. В США появление в 60—70-х годах новых поколений техники изменило привычные представления об их опасности для человека на производстве и полезности в быту. На производстве в США ежегодно погибает около 14 тыс. человек и получают увечья 2,3 млн. человек. На транспорте соответствен-

но погибает приблизительно 45 тыс. человек и более 2 млн. остаются калеками. А во взаимодействии с современной сложной бытовой техникой ежегодно гибнет 27,5 тыс. человек и 4,2 млн. становятся инвалидами. В целом, если учесть все несчастные случаи в мире, связанные с использованием машин, оборудования, технических устройств, то число ежегодно страдающих от них составит более 10 млн. человек, причем около полумиллиона из них погибает.

Третья проблема трудовой деятельности человека в СЧТС связана с очень высокой текучестью кадров. Главной причиной кадровой нестабильности является неудовлетворенность работника своим трудом, тем, как спроектирован технологический процесс, как организовано его исполнение. Удовлетворенность определяется мерой совпадения представлений работника о содержании, характере, организации его труда с тем, как труд осуществляется в действительности.

Четвертая, проблема современных СЧТС связана с ростом числа нервно-психических заболеваний, вызванных так называемым «индустриальным стрессом». По мнению специалистов, в современных условиях увеличилось воздействие на центральную нервную систему на производстве, в быту, на отдыхе факторов, часто имеющих стрессогенный характер. По данным Всемирной организации здравоохранения, в 65 странах мира, где проживает более 3/4 населения Земного шара, на учете в психоневрологических учреждениях состоит примерно от 72 до 80 млн. психических больных, требующих обязательного стационарного лечения, а прямые денежные затраты, связанные с лечением этих больных, исчисляются суммой в 30 млрд. долл. Значительная часть этих заболеваний обусловлена темпами и особенностями организации современного производства.

ПРЕДМЕТ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ ЗАДАЧИ И СОДЕРЖАНИЕ, СВЯЗЬ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ

Объектом изучения эргономики является система «человек – машина», а предметом – деятельность человека или группы людей с техническими средствами. Система «человек – машина» относится к числу основных понятий эргономики, в котором фиксируются существенные признаки данного класса объектов. В целостном образовании, каковым является система «человек – машина», эргономика включает и решает проблемы распределения функций в системе, соот-

ношения 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 с техническими системами, обосновывает требования к указанным средствам деятельности и условиям ее осуществления, разрабатывает методы реализации этих требований в процессе проектирования и использования систем.

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

удобство и комфортные условия эффективной деятельности человека;

эффективное функционирование систем «человек – машина»;

сохранение здоровья и развития личности.

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

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 при ее функционировании, связанные с достижением конкретных целей. Человеческие факторы в технике – это структурные образования различной степени сложности, в этом смысле они представляют собой некоторое временное сочетание сил, способное осуществить определенное достижение.

Теоретические представления о природе человеческих факторов в технике позволяют развернуть структурную схему формирования целостной эргономической характеристики системы «человек – машина», которая представляет обратную сторону проблемы соотношения экспериментальных показателей с критериями, используемыми при проектировании и оценке систем «человек – машина». Эта иерархическая динамическая структура включает несколько уровней, каждый из которых обладает определенной качественной спецификой, не сводимой к механическому объединению ее составляющих. Высший уровень рассматриваемой структуры – эргономичность системы «человек – машина» - взаимосвязан с критериями производительности, надежности, экономичности, экологичности и эстетичности. Эргоно-

мичность – это целостность эргономических свойств, к которым относится управляемость, обслуживаемость, освояемость и обитаемость. Первые три описывают свойства системы, при которых она органично включается в структуру и процесс деятельности человека 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.

Человеческие факторы в технике формируются на основе базовых характеристик: социально-психологических, психологических, физиологических и психофизиологических, антропометрических, 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».

Возникновение эргономики - это процесс взаимопроникновения нескольких наук, при котором и происходит междисциплинарный комплексный подход к изучению трудовой деятельности.

Эргономика - область научноприкладных исследований, находящихся на стыке технических наук, психологии и физиологии труда, в которой разрабатываются проблемы проектирования, оценки и модернизации систем «человек—техника—среда». В отличие от инженерной психологии и психологии труда эргономика изучает взаимодействие человека и техники не только в сфере производства, но и в сферах досуга и быта. Одно из важнейших направлений в эргономике, например, связано с проектированием предметного мира для людей с физическими недостатками. Наиболее интенсивно эргономика развивалась в рамках военно-промышленного комплекса. Активное воздействие на развитие эргономики оказали возросшая конкуренция в производстве товаров и услуг и принятие законодательства, защищающего права потребителя. Юридическая ответственность за качество и безопасность своих изделий побудила предпринимателей при-

влекать эргономистов к разработке новых изделий еще на стадии проектирования.

Одно из основных направлений эргономики связано с изменением менталитета инженеров, проектировщиков, конструкторов, которых призывают ориентироваться не на собственные представления о физических и психических характеристиках человека, а на точное знание того, как человек видит, слышит, думает, как далеко он может дотянуться рукой, насколько он может согнуться, как повлияет определенный уровень вибрации на его зрительное восприятие, эмоциональные реакции и т.д. С этой целью создаются многостраничные справочники по конкретным характеристикам человека и его возможностям действовать в тех или иных средах, проводится большая работа по стандартизации эргономических норм и требований, вводятся в инженерные вузы дополнительные курсы по эргономике и человеческим факторам.

Эргономика развивается в тесном контакте с другими науками (рис.2). Эти междисциплинарные связи носят двусторонний характер, обогащая взаимодействующие науки.

Прежде всего, необходимо заметить, что эргономика опирается на комплекс базовых дисциплин (но дисциплин чрезвычайно разнообразных), которые не поддаются непосредственной стыковке друг с другом: инженерная психология, психология труда, теория групповой деятельности, когнитивная психология, конструирование, гигиена и охрана труда, научная организация труда, антропология, антропометрия, медицина, анатомия и физиология человека, теория проектирования, теория управления.

Кроме того, следует выделить междисциплинарные связи эргономики с группами общественных, естественных и технических наук. Взаимосвязь с общественными дисциплинами проявляется в том, что в основе теоретических положений эргономики лежит представление о труде как особой фундаментальной сфере человеческой деятельности, понимание того, что она не сводится к совокупности чисто механических операций, а представляет собой форму реализации и развития способностей индивида как личности. С естественнонаучными дисциплинами эргономика связана учетом физиологических, биофизических, биомеханических, психологических закономерностей трудовой деятельности. Взаимосвязь эргономики с техническими науками обусловлена тем, что она возникла на базе современной техники и

тех разнообразных требований, которые технические средства предъявляют к взаимодействующему с ними человеку.



Рис. 2. Междисциплинарные связи эргономики

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ЧЕЛОВЕКА И ТЕХНИКИ

Методологической базой эргономики является теория систем, которая позволяет получить всестороннее представление о производственном процессе и предлагает пути его совершенствования, что включает учет склонностей, характера каждого работника, удовлетворенности трудом, что, несомненно, отражается на эффективности и качестве труда.

В эргономике можно различить три типа методологических средств:

- методологические средства мировоззренческого характера;
- общенаучные методологические средства;
- специально-научные или конкретно-научные методологические средства.

В эргономике, учитывая характер ее возникновения, широко используются методологические средства смежных дисциплин, особенно психологии и используются следующие основные методологические принципы.

Принцип единства сознания и деятельности. Он означает, что сознание и деятельность не противоположны друг другу, но и не тождественны, а образуют единство. Сознание образует внутренний план деятельности, ее программу. Именно в сознании образуются динамические модели и образы действительности, позволяющие ориентироваться человеку в окружающей среде и обеспечивать успешность достижения целей деятельности.

Принцип гуманизации труда означает, что ведущая, творческая роль в процессе труда принадлежит человеку. При решении таких важнейших практических вопросов, как повышение производительности, эффективности и качества труда эргономика исходит, прежде всего, из требований, предъявляемых человеком к технике, из его возможностей и особенностей деятельности. Противоположным ему является принцип симплификации (упрощения), при реализации которого стремятся к максимальному упрощению деятельности человека, выхолащиванию из нее всех творческих элементов, а сам человек низводится до придатка машины, оставаясь исполнителем лишь механических действий и движений.

Принцип активного оператора. Согласно этому принципу при определении роли человека в СЧТС очень важно, чтобы оператор осуществлял активные действия, имел свое личное отношение к выполняемым действиям, активно стремился к цели. Это связано с тем, что при пассивной позиции оператора его переход к активным действиям требует значительной затраты сил, однако эффективность его деятельности при этом может оказаться невысокой, что наблюдается, например, в работе машиниста. При активной же позиции оператора эффективность его деятельности достигает более высокого значения, а его психофизиологические затраты оказываются меньшими. Поэтому необходимо уже на стадии проектирования СЧТС определить характер будущей деятельности и уровень активности оператора.

Принцип проектирования деятельности. Проект деятельности должен выступать как основа решения всех остальных задач построения СЧТС. При разработке СЧТС наряду с техническими устройствами должна проектироваться деятельность оператора, который будет пользоваться этими устройствами. В свою очередь, эти устройства должны разрабатываться на основе и с учетом проекта будущей деятельности оператора. Таким образом, к техническим устройствам нужно подходить как к средствам сознательной деятельности человека-оператора.

Принцип последовательности и непрерывности учета требований эргономики. Учет эргономических требований должен пронизывать все этапы существования СЧТС: проектирования, производства и эксплуатации. Реализация данного принципа на практике означает внедрение системы эргономического обеспечения СЧТС на всех этапах ее существования.

Принцип комплексности. Уже в самом определении эргономики как научной дисциплины предусматривается реализация данного принципа. Он обеспечивает комплексное изучение человека (группы людей) в конкретных условиях его (их) деятельности, связанной с использованием машин. Это достигается развитием междисциплинарных связей эргономики, взаимодействием её с другими науками о человеке и технике.

Основой для практической реализации рассмотренных принципов является применение системного подхода, который образует методологическую базу эргономики. Идеи системного подхода определяют многие исходные установки и теоретические положения эргономики: стремление к целостному рассмотрению человеко-машинных систем, системно-динамический взгляд на их структуру, включение деятельности человека в предмет научного рассмотрения, тенденция к научному синтезу различных аспектов исследования, стремление выявить возможные последствия деятельности человека. Применение системного подхода к СЧТС позволяет выявить различные характеристики связи человека и машины в конкретных условиях их взаимодействия. Сложность этого заключается в том, что человек-оператор, будучи сам сложной специфической системой, функционирует в более сложной системе, состоящей из ряда подсистем со сложными взаимосвязями между ними и своими внутренними противоречиями. Таким образом, системный подход позволяет по-новому ставить и решать многие задачи эргономики.

В эргономических исследованиях широко используются методы (и конкретные методики), сложившиеся в эргономике, а также в других, смежных с нею дисциплинах (в социологии, психологии, физиологии и гигиене труда, кибернетике, математике и др.).

Эргономика рассматривает технический и человеческий аспекты в неразрывной связи. Сочетание способностей человека и возможностей машины существенно повышает эффективность функционирования СЧТС. Поэтому решение прикладных проблем эргономики предполагает движение одновременно в двух направлениях -

от требований человека к машине и условиям ее функционирования и, наоборот - от требований машины и условий ее функционирования к человеку. Оптимальные решения находятся, как правило, на пересечении этих направлений. Тем самым эргономика решает задачи рациональной организации деятельности людей в СЧТС, целесообразного распределения функций между человеком и техникой.

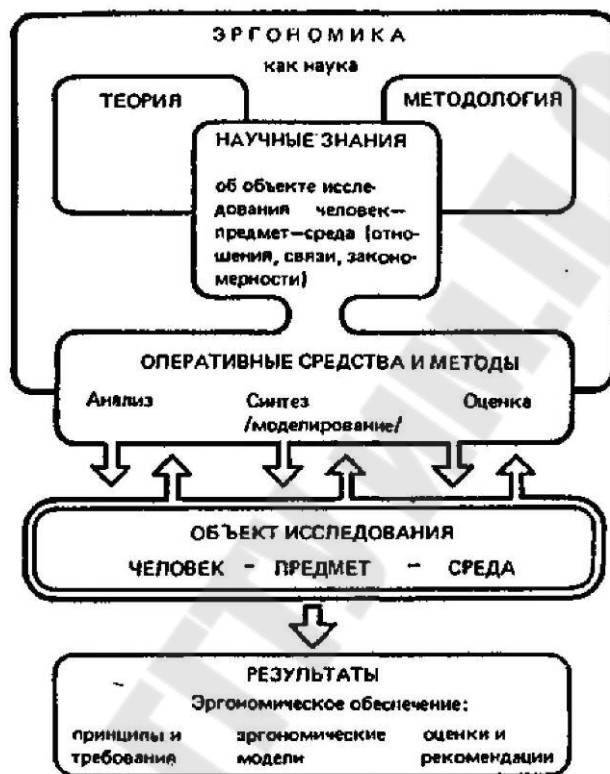


Рис. 3. Структура науки эргономики

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ СЧТС

Объектом исследования эргономики является система "человек - техника - среда" (СЧТС) - система, состоящая из взаимодействующих составляющих: человека, технических средств деятельности и среды, в которой реализуется деятельность человека.

Эргономика рассматривает СЧТС, как сложное функционирующее целое, в котором ведущая роль принадлежит человеку. Ведущий принцип организации взаимодействия в системе "Человек-Техника-Среда"- ориентация на человека, как субъекта труда и творчества, с целью наиболее полного и рационального использования

его интеллектуального и творческого потенциала. Научная и практическая задача организации систем "Человек-Техника-Среда" состоит в рациональном распределении и согласовании функций между Человеком и Машиной при сохранении ответственности за Человека.

Эргатическая система - СЧТС, в которой человек является ведущей функциональной составляющей. К. Мерелл (английский эргономист) так характеризует систему "человек - машина - среда": «Когда мы говорим, что человек действует как составная часть СЧМС, то под термином «машина» имеется в виду любой элемент оборудования, с помощью которого человек достигает какой - либо цели. Карандаш, которым мы пишем, ракетка, которая отбивает мяч, или лопата, с помощью которой мы копаем землю в огороде, являются в такой же степени «машинами», как автомобиль, компьютер или токарный станок. Понятие «машина» может означать как самые простые орудия труда (такие как нож, молоток, или мастерок каменщика), так и сложнейшие металлообрабатывающие станки, системы видеонаблюдения и контроля процессов на АЭС, военная техника, самолёты и космические ракеты. Понятие «человек» в равной степени охватывает как рабочего, выполняющего физическую работу с помощью весьма примитивных орудий труда, так и токаря, ткача, врача-стоматолога, хирурга, водителя автомашины или экскаватора, пилота самолёта, а также оператора, наблюдающего за протеканием автоматизированного производственного процесса по показаниям контрольно-измерительных приборов без какого-либо воздействия на протекание процесса, предусмотренного программой автомата.

Система - совокупность элементов, обладающих интерактивными свойствами. В эргономике в качестве элементов системы рассматриваются оператор, машина и среда. Каждый из указанных элементов может изменяться во времени. В результате происходит изменение их взаимодействия.

В эргономике чаще всего речь идет о системе "человек-техника-среда" (СЧТС). Иногда, применяют и другие обозначения: система "оператор-машина-среда", система "человек - машина", система "человек - техника", эргатические системы, эрготехнические или социотехнические системы и т.д. Несмотря на разнообразие названий, общим для этих систем является то, что они представляют собой физические, целенаправленные, замкнутые системы, включающие в себя человека как главное, управляющее звено. В зависимости от количества операторов и машин в эргономике выделяют два основных вида

систем: "один человек-оператор-одна машина-среда" и "группа людей-операторов-группа машин-среда". Первые СЧТС называют единичными, а вторые - массовыми.

Оператор - человек, осуществляющий трудовую деятельность, основу которой составляет взаимодействие с предметом труда, машиной и внешней средой через посредство информационной модели и органов управления.

Машина (техника) - любое техническое устройство, предназначенное для целенаправленного изменения материи, энергии или информации. В эргономике в качестве машин рассматриваются:

1. производственная техника (машины, механизмы, инструменты, аппаратура управления машинами и технологическими процессами, средствами транспорта, коммуникации, связи и т.п.);

2. непромышленная техника (средства коммунальной и бытовой техники, техника передвижения, техника образования и культуры и др.);

3. военная техника (танки, ракетные установки, летательные аппараты, надводные и подводные суда и т.п.).

Среда - внешние факторы, оказывающие влияние на работу оператора и машины. Под ними понимают не только температуру, влажность, газовый состав воздуха, шум, вибрацию, но и социально-психологические факторы, команды и пояснения руководителей работ, различные правила, инструкции и т.д. *Среда жизнедеятельности человека* - совокупность предметов, процессов, природных и техногенных факторов, определяющих условия жизнедеятельности человека.

Система "человек - техника - среда" (СЧТС) рассматривается как сложная искусственно созданная система, состоящая в свою очередь из двух неравнозначных подсистем. Первая - организм человека с его физиологическими и психическими функциями, находящимися в постоянном динамическом взаимодействии (гомеостаз), определяемом в эргономике как функциональное состояние работающего. Вторая подсистема - предметно-пространственная среда, например, рабочее место, искусственно созданная разработчиком, которая имеет гораздо меньше переменных по сравнению с первой.

Связь между подсистемами осуществляется в основном через алгоритм и специфику деятельности. Структурная схема СЧТС приведена на рис.4.

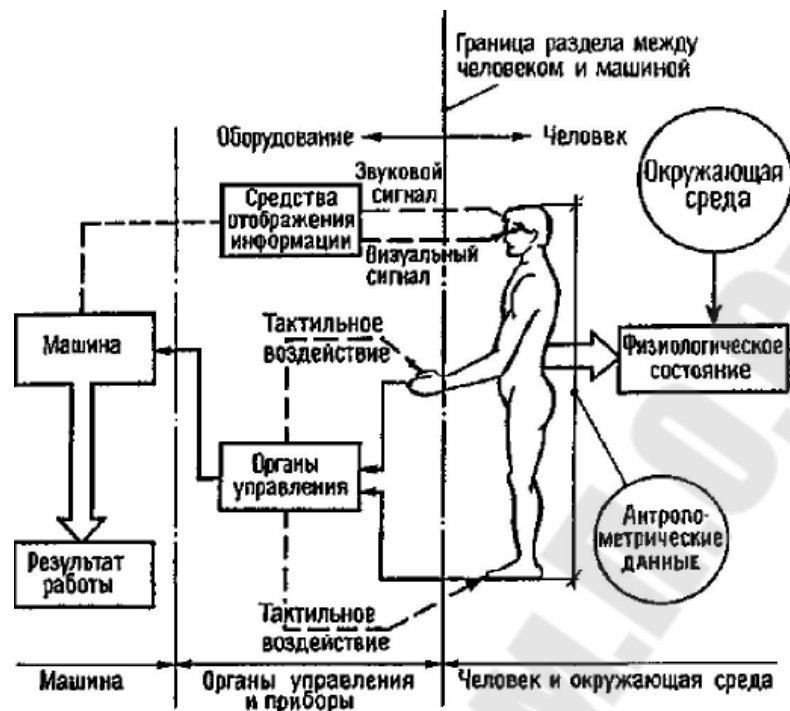


Рис. 4. Структурная схема системы «человек—техника—окружающая среда»

Основными показателями работы СЧТС являются:

- быстродействие - определяется временем прохождения информации по замкнутому контуру «человек-машина», т.е. время от момента приема сигнала до реакции на сигнал;
- надежность и точность работы оператора - степень вероятности правильного решения задач оператором;
- своевременность решения задачи;
- безопасность труда оператора - как снижение вероятности травм и аварий;
- степень автоматизированности СЧТ;
- экономические показатели - затраты на проектирование, создание и эксплуатацию СЧТС.

КЛАССИФИКАЦИЯ СЧТС. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ В СЧТС.

Существуют различные критерии классификаций: По степени участия в работе системы человека:

1. автоматические - работают практически без человека;

2. автоматизированные - человек работает вместе с техническими средствами;
3. неавтоматизированные - человек работает без применения сложных технических средств;

По целевому назначению:

1. управляющие - управление машиной или комплексом;
2. обслуживающие - человек контролирует состояние машины, ищет неисправности, осуществляет настройку;
3. обучающие - это тренажеры, технические средства обучения (ТСО)
4. информационные-телевизионные, радиолокационные и т.п.;
5. исследовательские - макеты, моделирующие установки;

По характеристике человеческого звена (человеческого фактора):

1. моносистемы - один человек (пилот, оператор станков с ЧПУ);
2. полисистемы - несколько человек, бригада; они бывают паритетные (когда все работают на равных) и иерархические (с четкой соподчиненностью операторов);

По типу взаимодействия человека и машины:

1. непрерывное, постоянное - система «водитель - автомобиль»;
2. частичное - оператор станков с ЧПУ;
3. эпизодическое взаимодействие;

По типу и структуре машинного компонента в СЧТС:

1. инструментальные СЧТС - инструменты и приборы отличаются высокой точностью операций, выполняемых человеком;
2. простейшие человеко-машинные системы включают, стационарные и нестационарные технические устройства;
3. сложные человеко-машинные системы включают целую систему взаимосвязанных аппаратов, различных по функциональному назначению;

В системе "человек - техника - среда" можно выделить три основные функции:

- функцию входа, обеспечивающую ввод информации в органы чувств человека (перцепция);
- функцию переработки полученной информации (трансформация), осуществляемую нервной системой человека;
- функцию выхода - выдача принятого решения исполнительными органами и выполнение этого решения, которая обычно, хотя и не всегда реализуется посредством сенсомоторных органов и мышечной системы человека.

Если между входом и выходом отсутствует непосредственная связь, такая система действует как *незамкнутый контур* (например, запуск двигателя машины при простом нажатии на стартер). В том случае, если выход может оказывать какое-либо воздействие на вход, система действует как замкнутый контур, в котором человек играет роль управляющего элемента. Типичный пример замкнутой системы - водитель автомобиля, который должен поддерживать заданную скорость, например 60 км\час. «Выходом» будет являться его нога, находящаяся на педали газа, которая является «входом» двигателя, в свою очередь «выходом» автомобиля является спидометр, а «входом» водителя его зрение. В этой замкнутой цепи исполнительный механизм (двигатель автомашины) связан с предыдущим элементом (действием водителя). В рассмотренном примере обратной связи в системе "человек - машина», человек является обязательным элементом системы управления, т.е. где количественные и качественные изменения выполняются в результате принимаемого человеком решения. В тех случаях, когда обратная связь осуществляется без посредничества человека, будучи встроенной в саму машину, такая машина представляет собой *автомат*. Отличительной особенностью автомата является наличие в его конструкции системы обратных связей, на которые оператору не требуется воздействовать.

Часто система рассматривается как некий организм, состоящий из отдельных органов. Чтобы система «человек-машина» работала слаженно, они должны быть совместимы, т.е. каждый из них должен быть в состоянии использовать сильные стороны другого и компенсировать его слабости.

Каждый из компонентов СЧМ имеет свои достоинства и недостатки, машины лучше, чем человек, справляются со следующими функциями: они могут обнаруживать стимулы с инфракрасным и ультрафиолетовым излучением; могут дольше работать без усталости; быстро выполнять много точных расчетов, способны хранить массу информации и отыскивать нужную с большой степенью точности; машина физически сильнее; ее можно использовать многократно для выполнения одинаковых операций, качество работы при этом не уменьшится.

Недостатки машин: им не хватает гибкости, действует заложенная программа; они не умеют учиться на ошибках и изменять свое поведение, исходя из опыта; не способны импровизировать,

логически мыслить, рассматривать альтернативы. То есть, человек остается необходимым компонентом системы.

КЛАССИФИКАЦИЯ СЧТС. СПЕЦИФИКА ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА С ПРЕДМЕТОМ ТРУДА В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ СИСТЕМ "ЧЕЛОВЕК - ТЕХНИКА - СРЕДА".

Рассмотрим два типа систем "человек - техника - среда": с промежуточными устройствами в виде простых орудий труда (система "человек - инструмент"); с промежуточными устройствами в виде машин (система "человек - машина").

- При работе с простыми орудиями труда весь поток информации, необходимый для управления воздействием на предмет труда, преобразует человек и он, таким образом, во всех отношениях и в любой момент осуществляет и контролирует процесс воздействия.

- Машина является преобразователем информации, а не только энергии, т.е. она частично без участия человека формирует командные сигналы и регулирует воздействие. В результате принципиальная особенность работы человека с машиной заключается в неполном контроле с его стороны за протекающим процессом воздействия на предмет труда.

Первый тип систем, которые можно называть системами "человек - инструмент", делится на четыре класса в зависимости от того, какую функцию человека реализует орудие труда.

1. С эффективными орудиями (инструментами). Психологическая особенность этого класса заключается в изменении характера воздействия на предмет труда по сравнению с естественными двигательными реакциями человека.

2. С афферентными орудиями. С помощью таких орудий естественный образ предмета труда превращается в измененный образ, который можно рассматривать как простейшую информационную модель предмета. Эта модель гомоморфна объекту. Искусственного кода здесь нет, а есть изменение масштаба, ракурса, выпадение отдельных признаков и появление новых (например, при работе с микроскопом). В результате человек должен в процессе обучения вырабатывать специальный (отличный от жизненного опыта) набор энграмм - эталонов, необходимых для восприятия.

3. С орудиями памяти (например, чертеж, фотография, запись). В этом случае используется искусственный код. Перекодирование как специфический психический процесс становится важным компонентом деятельности человека.

4. С орудиями преобразования информации (счеты, логарифмическая линейка). В результате использования таких орудий происходит изменение психологической структуры принятия решений. Ряд операций продуктивного мышления человек может превратить в простые операции прямого замыкания, высвобождая тем самым свой мозг для творческого мышления.

Второй тип систем, или систем "человек - машина", делится на три класса:

1. С простой машиной, в которой совершается преобразование информации по элементарной линейной программе (передача то человека части реакций прямого замыкания). Обратная информация от предмета труда поступает почти полностью к человеку, и он сам вносит коррективы в программу машины.

2. С репродуктивно - преобразующей машиной (обычные ЭВМ). В этом классе характерным является существенное, почти полное отчуждение человека от предмета труда и его преобразования. Если человеку понадобится включиться в рабочий процесс, он должен будет по искусственному коду реконструировать как состояние предмета труда, так и процессы, которыми управляет машина.

3. С продуктивно-преобразующей машиной (самоорганизующиеся кибернетические устройства). Взаимодействие человека с такой машиной уже носит характер информационного обмена между относительно замкнутыми системами информации.

Человека, работающего с помощью машины, называют оператором. Наиболее характерной чертой деятельности оператора является то, что он лишен возможности непосредственно наблюдать за управляемыми объектами, и вынужден пользоваться информацией, которая поступает к нему по каналам связи. Деятельность человека, совершаемая не с реальными объектами, а с их заместителями или имитирующими их образами, называют *деятельностью с информационными моделями реальных объектов*.

Информационная модель - совокупность информации о состоянии и функционировании объекта управления и внешней среды. Она является для оператора своеобразным имитатором, отражающим все существенно важные для управления свойства реальных объектов,

т.е. тех источников информации, на основе которого он формирует образ реальной обстановки, производит анализ и оценку сложившейся ситуации, планирует управляющие воздействия, принимает решения, обеспечивающие правильную работу системы и выполнение возложенных на нее задач, а также наблюдает и оценивает результаты их реализации.

Объем информации, включенной в модель, и правила ее организации должны соответствовать задачам и способам управления. Физически информационная модель реализуется с помощью устройств отображения информации. Наиболее существенной особенностью деятельности человека с информационной моделью является необходимость соотнесения сведений, получаемых с помощью приборов, экранов, табло, как между собой, так и с реальными управляемыми объектами. Именно на основании соотнесения этих сведений строится деятельность оператора.

Для целей эргономического анализа выделяют пять классов операторской деятельности.

1. *Оператор-технолог.* Он непосредственно включен в технологический процесс, работает в режиме немедленного обслуживания, совершает преимущественно исполнительные действия, руководствуясь при этом инструкциями, содержащими, как правило, полный набор ситуаций и решений. Основными в его деятельности являются функции формального перекодирования и передачи информации.

2. *Оператор-манипулятор.* К числу функций такого оператора относится управление манипуляторами, роботами, машинами - усилителями мышечной энергии.

3. *Оператор-наблюдатель, контролер.* К ним относятся операторы слежения радиолокационных станций, диспетчеры энергетических, транспортных систем и т.п. Это классический тип оператора, наиболее исследованный и описанный в литературе. Для него характерен большой объем информационных потоков. Он может работать как в режиме немедленного, так и в режиме отсроченного обслуживания.

4. *Оператор-исследователь.* Для него характерно использование аппарата понятийного мышления и опыта, заложенных в образно-концептуальных моделях. К числу таких операторов относятся пользователи вычислительных систем, дешифровщики объектов или изображений и т.д.

5. *Оператор-руководитель*. Он управляет не техническими компонентами системы или машины, а другими людьми. Это управление может осуществляться как непосредственно, так и опосредствованно - с помощью технических средств и каналов связи. Большое значение в его деятельности имеет учет не только возможностей и ограничений машинных компонентов системы, но и особенностей подчиненных. Основным режим деятельности оператора-руководителя - оперативное мышление.

В сфере изучения эргономики включают также труд, выполняемый вручную. В этом случае оператором становится человек, выполняющий трудовые действия на любом рабочем месте.

Следует особо подчеркнуть, что эргономика изучает определенные свойства СЧТС, которые получили название *человеческих факторов*.

Человеческий фактор - интегральная характеристика предметно-пространственной среды, обусловленная спецификой жизнедеятельности человека (группы людей) и определяющая воздействие человека (группы людей) на функционирование социотехнической системы.

Знание человеческих факторов позволяет формулировать требования к профессиональному отбору и обучению персонала, техническим средствам подготовки, согласованию внешних средств трудовой деятельности и способов ее осуществления. Увеличивается роль человеческих факторов применительно к задачам проектирования, создания и использования технически сложных изделий культурно-бытового назначения.

Ошибка оператора - любое действие (или бездействие) человека, мешающее успешной работе СЧТС. Ошибки вызываются не только безответственностью, рассеянностью или низкой квалификацией работника, но и тем, что безошибочные действия в определенных ситуациях оказываются за пределами физических и психических возможностей человека.

Человеческие факторы всесторонне проявляются и фиксируются в такой целостной эргономической характеристике СЧТС, как эргономичность.

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И СТАНДАРТЫ

Эргономичность СЧТС-комплексный показатель СЧТС, характеризующий совокупность ее эргономических свойств. Под эргономичностью понимают свойство техники изменять эффективность трудовой деятельности в СЧТС в зависимости от степени ее соответствия физическим, биологическим и психическим свойствам человека. Эргономичность формируется на базе таких свойств техники, как управляемость, обслуживаемость, освояемость и обитаемость.

Эффективность СЧТС - способность СЧТС достичь поставленной цели в заданных условиях и с заданным качеством.

Управляемость - свойство техники изменять эффективность выполнения человеком основной и вспомогательной работы при обеспечении необходимых технологических операций над предметом труда. *Показатель управляемости* - СЧТС - количественная характеристика СЧТС, определяющая приспособленность СЧТС к возможности человека по управлению системой

Обслуживаемость СЧТС - совокупность свойств СЧТС и ее элементов, определяющих уровень комфортности проведения технического обслуживания, ремонта, подготовки СЧТС к эксплуатации.

Освояемость СЧТС - совокупность свойств СЧТС и ее элементов, определяющих уровень приспособленности к быстрому и эффективному освоению СЧТС человеком (оператором)

Обитаемость - эргономическое свойство техники, приближающее условия её функционирования к оптимальным биологическим параметрам внешней среды, при которых работающему человеку обеспечивается нормальное развитие, хорошее здоровье и высокая работоспособность.

Качественными показателями эргономичности являются:

по управляемости:

- . среднее время или коэффициент занятости человека-оператора выполнением определенной единицы технологического процесса;
- . вероятность выполнения человеком-оператором единицы технологического процесса с заданным качеством;
- . производительность или норма времени на единицу труда;

по обслуживаемости:

- . среднее оперативное время занятия человека подготовкой техники к её применению;
- . среднее оперативное время занятостью восстановлением или профилактикой техники;

по освояемости:

.среднее календарное время профессиональной подготовки человека - оператора;

-уровень квалификации человека, необходимый для обслуживания техники.

Эргономический параметр - величина, характеризующая определенное свойство СЧТС или ее составляющих и влияющая на эргономические показатели системы.

Эргономические ограничения - предельно допустимые значения эргономических параметров или показателей СЧТС.

Квалиметрия - раздел эргономики, изучающий и реализующий методологию, методику и технические средства количественного оценивания эргономических свойств и параметров.

Эргономический показатель-количественная характеристика СЧТС, используемая для оценивания эргономических свойств системы, определения их соответствия эргономическим требованиям.

Единичный эргономический показатель - количественная характеристика СЧТС, используемая для оценивания отдельного эргономического свойства системы.

Групповой эргономический показатель - количественная характеристика СЧТС, используемая для оценивания группы эргономических свойств системы, объединенных общим признаком.

Комплексный эргономический показатель - количественная характеристика СЧТС, используемая для комплексного оценивания эргономического свойства всей системы.

Прогнозируемый эргономический показатель - количественная характеристика СЧТС, определяемая на этапах разработки системы путем прогнозного моделирования.

Проектный эргономический показатель - количественная характеристика СЧТС, значение которой задано в проектной документации на систему.

Производственный эргономический показатель - количественная характеристика СЧТС, определяемая для опытного образца системы.

Эксплуатационный эргономический показатель - количественная характеристика СЧТС, определяемая по результатам эксплуатации репрезентативной группы образцов системы.

Существуют пять групп эргономических показателей, которые формируют состав эргономики (антропометрические, гигиенические,

физиологические, психофизиологические и психологические) и три цели эргономики, которые формируют ее структуру (эффективность СЧТС; безопасность работы в ней; создание условий, обеспечивающих развитие личности человека-оператора (комфорт)). Состав и структура эргономики представлена на рисунке 5.

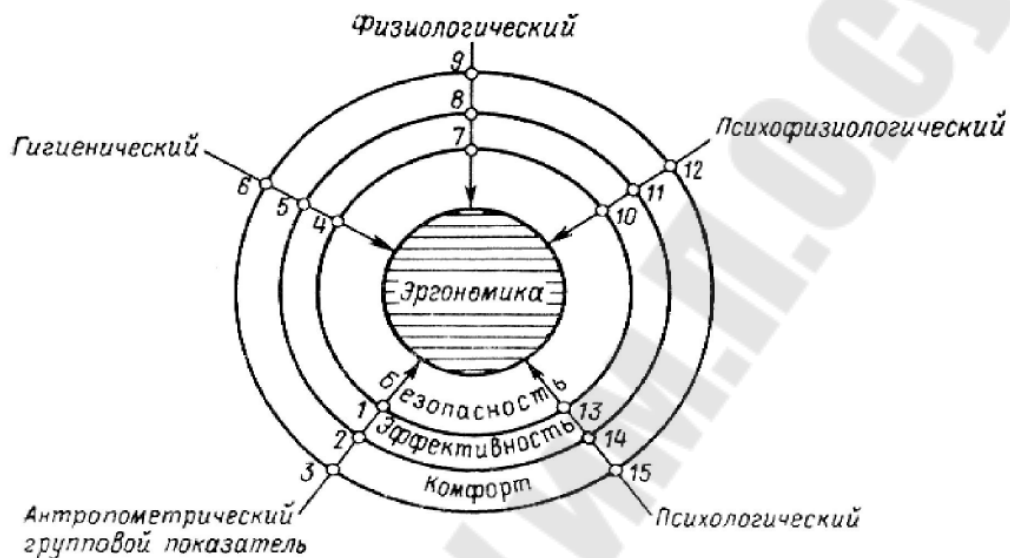


Рис. 5. Состав и структура эргономики

Эргономическую оценку системы "человек-техника-среда" можно осуществлять дифференцированным методом, при котором используются отдельные эргономические показатели, или комплексным методом, при котором определяют один обобщенный эргономический показатель. Оценку системы дифференцированным методом производят с помощью групповых показателей, определяемых по одному на каждый из разделов эргономики. Каждый из групповых показателей объединяет группу одиночных.

Первый эргономический групповой показатель. Антропометрический показатель, регламентирует соответствие машины размерам и форме тела работающего человека, распределению массы его тела, подвижности частей тела и другим параметрам. Его единичные показатели обеспечивают рациональную и удобную позу, правильную осанку, оптимальную хватку рукояток, максимальные и оптимальные рабочие зоны рук и ног и т. д. Однако сведения, приводимые в антропометрических справочниках, могут служить лишь для первых, грубых определений габаритов проектируемого изделия. Причем при

проектировании изделия недопустимо применение антропометрических данных других стран из-за их существенного различия.

Второй эргономический групповой показатель. Гигиенический показатель характеризует гигиенические условия жизнедеятельности и работоспособности человека при его взаимодействии с СЧТС. Он предполагает создание на рабочем месте нормальных метеорологических условий микроклимата и ограничение воздействия вредных факторов внешней среды. Групповой показатель составляют единичные показатели освещенности, вентилируемости, температуры, влажности, запыленности, радиации, шума, вибрации.

Физиологический и психофизиологический групповые показатели, характеризуют те эргономические требования, которые определяют соответствие СЧТС силовым, скоростным, энергетическим, зрительным, слуховым, осязательным, обонятельным возможностям и особенностям человека. При этом в процессе проектирования необходимо отчетливо представлять возрастные, половые, психологические и другие особенности операторов конкретной СЧТС.

Психологический показатель, отражает соответствие машины возможностям и особенностям восприятия, памяти, мышления, психомоторики, закрепленным и вновь формируемым навыкам рабочего, степени и характеру группового взаимодействия, опосредования межличностных отношений содержание совместной деятельности по управлению СЧТС. Психологический групповой показатель объединяет данные инженерной психологии, психологии труда, социальной психологии, социологии труда.

Как видно из рис. 5 достижение целей эргономики представляется весьма сложным делом, потому что уже при постановке задач проектирования и эксплуатации СЧТС необходимо контролировать 15 точек, каждая из которых может решающим образом повлиять на успешность технической разработки. Очевидно, что значимый результат, может быть, достигнут при согласованном взаимодействии специалистов из разных областей знания: системотехников, дизайнеров, врачей-гигиенистов, специалистов по физиологии труда, биофизике, психологов, специалистов по охране труда и руководителей производства, обеспечивающих комплектование персонала СЧМС.

СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ

Форма и функциональные размеры всей предметной среды, ее объемно-пространственных структур неразрывно связаны с размерами и пропорциями тела человека на протяжении всей истории цивилизации. Древние народы и народы всей Европы вплоть до XIX века пользовались системами мер, основанными на параметрах человеческого тела (локоть, фут — *англ.* — ступня и т.д.). Строители, архитекторы возводили постройки, в которых не только отношения частей были созвучны пропорциям человека, но и абсолютные размеры самих построек были сомасштабны людям. Художники и скульпторы, руководимые желанием получить простые средства для воспроизведения фигуры без непосредственного обращения к натуре, а также стремясь к созданию гармоничного образа человека, предлагали и пользовались системами пропорций — канонами.

Данные о строении тела человека, его форме и размерах находят широкое применение в конструировании технических средств деятельности (станки, подъемно-транспортные машины, медицинское оборудование, мебель, изделия культурно-бытового назначения, спортивный инвентарь и т.п.), средств коллективной защиты; в эргономических исследованиях; при аттестации и паспортизации рабочих мест; при эргономической экспертизе готовой продукции.

В современной практике предпочитают пользоваться антропометрическими характеристиками человека. *Антропометрия* — составная часть антропологии (науки о происхождении и эволюции человека); она является системой измерений человеческого тела и его частей, морфологических и функциональных признаков тела.

Эргономическая антропология является одним из первых направлений исследований в области синтеза эргономических знаний. Она отражает одну из сторон морфо-психологических исследований комплексного и системного характера, сложившихся на стыке антропологии и психологии в рамках эргономики.

Понятие "антропология" давно вышло за рамки традиционного понимания ее как науки о вариациях строения и формы тела человека во времени и пространстве. Имея в центре внимания современного человека, антропология, как и другие науки о человеке, ведет, пограничные исследования в различных областях знаний. В настоящее время появились такие самостоятельные направления исследований

как антропоэкология, антропогенетика, культурная антропология, интегративная антропология и т.п. Эти новые направления обогащают не столько классическую антропологию, сколько те смежные науки, которым они служат. Различают классические и эргономические антропометрические признаки. Первые используются при изучении пропорций тела, возрастной морфологии, для сравнения морфологических характеристик различных групп населения, а вторые — при проектировании изделий и организации труда. Эргономические антропометрические признаки делятся на *статические* и *динамические*. Данное разделение условно потому, что все антропометрические характеристики определяются в статике, при неизменной позе обследуемого. При проектировании пользуются эргономическими размерами, которые определяются при различных позах и положениях человека, условно имитирующих его рабочие позы. На рис. 6 приведена условная классификация антропометрических характеристик.

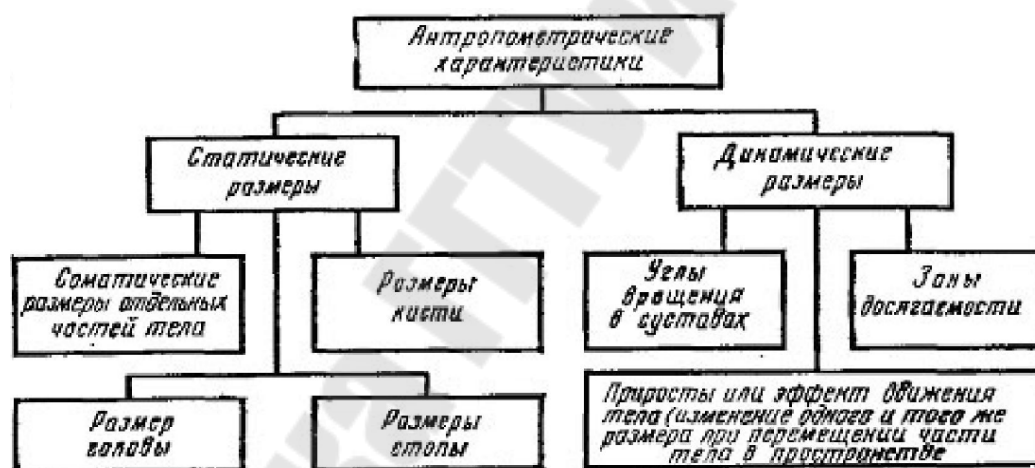


Рис. 6. Условная классификация антропометрических характеристик

Статические антропометрические признаки определяются при неизменяющемся положении человека. Они делятся на размеры отдельных частей тела и габариты, т.е. наибольшие размеры в разных положениях и позах человека. Эти размеры используются при проектировании изделий, определении минимальных проходов, общих размеров рабочего места оператора, расположения и размеров сиденья, органов управления и пр. Их значения приведены на рис.7.

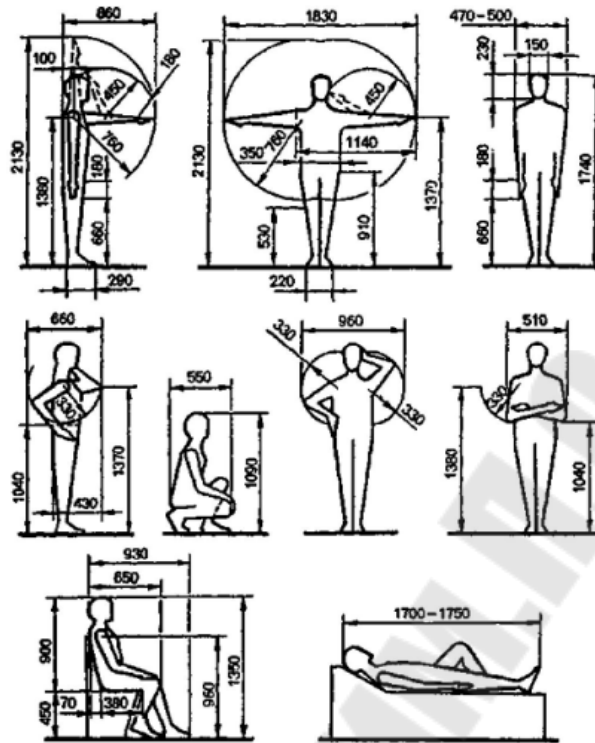


Рис. 7. Основные размеры тела взрослого человека (усреднённые значения)

Динамические антропометрические признаки, т.е. размеры, измеряемые при перемещении тела в пространстве, характеризуются угловыми и линейными перемещениями (углы вращения в суставах, угол поворота головы, линейные изменения длины руки при ее перемещении вверх, в сторону и т.д.). Динамические антропометрические характеристики используются для назначения амплитуды рабочих движений рычагов, угла поворота рукояток, педалей и других органов управления, определения зон досягаемости при различных положениях тела человека и т.п. Некоторые динамические антропометрические характеристики, связанные с углами вращения в суставах (амплитуды рабочих движений), показаны на рис. 8. Динамическими антропометрическими характеристиками являются зоны видимости и досягаемости, причем эти зоны могут определяться при неизменном положении головы или при поворотах и наклонах головы. Причем зоны досягаемости часто определяются не только размерами частей тела человека, но и скоростью и точностью движения рук в этих зонах. Это правильно с точки зрения практики, а формальные "зоны до-

сгибаемости" следует понимать как зоны рационального расположения органов управления.

Помимо статических и динамических антропометрических характеристик, можно выделить так называемые габаритные характеристики. К ним относятся наибольшие наружные размеры в продольном, поперечном и переднезаднем направлениях, а также массовые (весовые) характеристики. Габаритные характеристики используют при расчете максимального и минимального пространства, занимаемого телом человека, при определении размеров и конфигурации проходов, люков, аварийных выходов.

Числовые значения антропометрических данных чаще всего представляют в виде таблиц, в которых приводятся среднее арифметическое значение признака M , среднее квадратичное отклонение σ и значения признака, соответствующие 5-му и 95-му перцентилям.

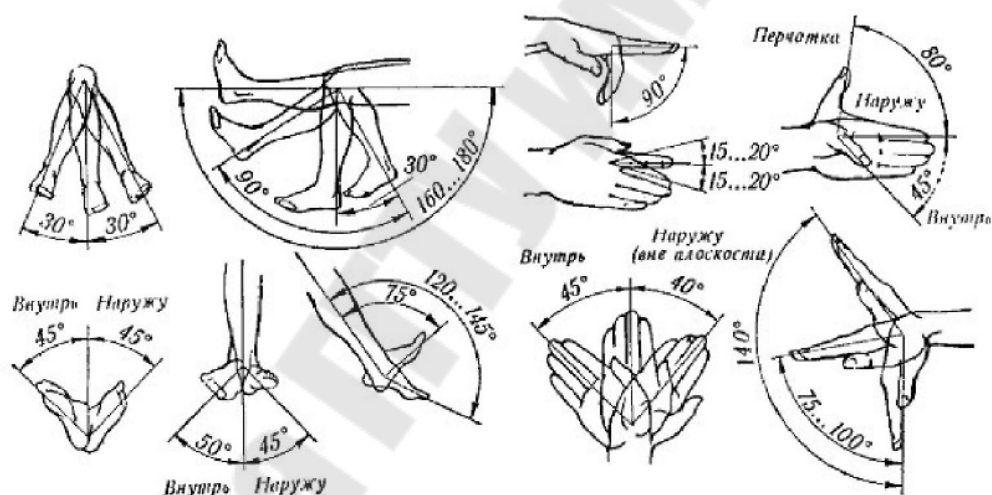


Рис. 8. Амплитуда движения некоторых частей тела человека

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ СТАТИЧЕСКИХ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ

1. Эргономические размеры тела в отличие от классических чаще измеряют между наиболее удаленными точками тела, не имеющими строгой анатомической локализации. Для их нахождения используют ограничительные плоскости в виде спинки и поверхности сиденья, стенки стенда (рис. 9).

2. Кроме измерительных инструментов, принятых в классической антропологии, применяют специальные приспособления. Габаритные размеры тела измеряют на фоне стенки стенда. Для измерений в положении сидя следует использовать специальный стул, что позволяет задавать каждому измеряемому идентичные позы (рис. 10).

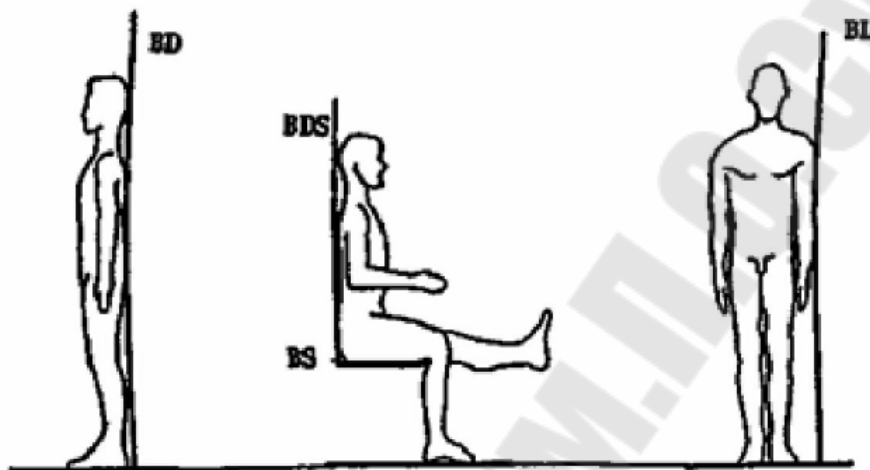


Рис.9. Ограничительные плоскости (базы отсчета), используемые при измерениях эргономических размеров тела

3. Точность измерения размеров отдельных частей тела - 1-3 мм. Точность измерения габаритных размеров тела может быть снижена до 10 мм, но не более. В этих случаях округление числовых значений следует производить только в сторону их увеличения. Например, 46,2 и 46,7 округляем до 47,0 см.

4. Степень обнажения измеряемого зависит от задач, поставленных в эргономическом исследовании. При сборе материала по программам справочного типа измерения следует проводить на обнаженном испытуемом. При необходимости решать конкретные задачи, измерения проводят на испытуемых, одетых в рабочую одежду, одинаковую для всех.

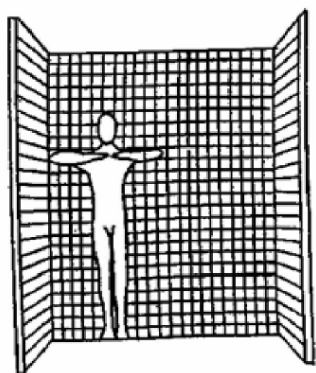


Рис. 10. Специальный стенд и стул для измерения габаритных размеров тела и для проведения измерений в положении сидя

Получение и систематизация антропологического материала для нужд эргономики и дизайна должна осуществляться в два этапа. Первый этап - сбор материала, т. е. массовые измерения различных групп населения. На этом этапе необходимо учитывать правила планирования выборки. Второй этап - формирование уже измеренных групп населения с целью уменьшения их количества, что облегчает работу конструктора.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ДИНАМИЧЕСКИХ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ

Программа динамической антропометрии предусматривает кроме измерений по государственным стандартам целый ряд дополнительных измерений обхватных, продольных, высотных, широтных размерных признаков при вдохе, наклонах туловища, сгибании конечностей и других движениях. Размерные признаки (высотные признаки) — измеряют по вертикали антропометром, определяя проекционное расстояние от пола до данной точки. Остальные размерные признаки измеряют полотняной сантиметровой лентой.

При проектировании изделий, оборудования, организации интерьеров и рабочих мест необходимо помнить, что удобство их эксплуатации должно обеспечиваться для 90% работающих или отдыхающих. Поэтому в практике проектирования чаще используют значения антропометрических признаков, соответствующие 5-му и 95-му перцентилям, а также 50-му. Например, если необходимо определить

высоту или ширину прохода, высоту пространства под крышкой стола (для размещения ног сидящего), то надо принимать значения соответствующих признаков, равные 95-му перцентилю, а при определении высоты сиденья — значения, соответствующие 50-му перцентилю. При компоновке органов управления в рабочих зонах исходят из признаков, соответствующих 5-му перцентилю. В таком случае принятые габаритные размеры пространства или изделия будут удовлетворять максимальное количество людей. Схема распределения людей по характеристикам роста показывает процент не учитываемых при проектировании изделий людей, чей рост меньше 5 и превышает 95 перцентили. Это женщины, рост которых от 115 см и больше 175 и мужчины ростом больше 180 см. т.е. если у вас в легковой машине голова в потолок упирается или ноги не упираются - это работает правило антропометрической схемы для промышленных товаров

Перцентиль — это сотая доля объема измеренной совокупности, выраженная в процентах, которой соответствует определенное значение признака. Площадь, ограниченная кривой нормального распределения значений признака, делится на 100 равных частей, или перцентилей, каждый из которых имеет свой порядковый номер (рис.10). Так, 5-й перцентиль ограничивает слева на кривой нормального распределения 5% численности людей с наименьшими значениями признака, 95-й — 5% справа, а 50-й соответствует среднему арифметическому значению признака M . Числовые значения антропометрического признака, соответствующие верхней или нижней его границе называют пороговыми. Они являются антропометрическими критериями при расчете параметров рабочих мест на основе метода перцентилей.

Систему перцентилей используют для определения необходимых границ интервалов, минимальных и максимальных значений антропометрических признаков. Зная M и σ , можно установить значения признаков, которые соответствуют значениям его заданного интервала

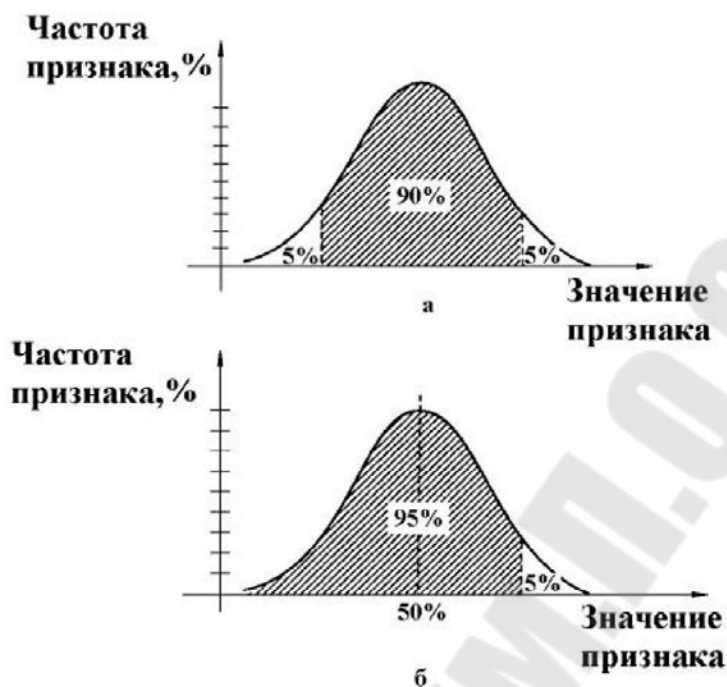


Рис. 11. Площади под нормальными кривыми, равные 90% (а) и 95% (б)

При статистической обработке антропометрических данных следует пользоваться методами одномерной и многомерной статистики. При первичной обработке данных рекомендуется рассчитывать следующие статистические параметры: среднюю арифметическую величину, среднее квадратическое отклонение, 1-ый, 5-ый, 95-ый, 99-ый перцентили и коэффициент трансгрессии. Необходима проверка нормальности распределений вариационных рядов признаков посредством расчета коэффициентов асимметрии и эксцесса с последующим их выравниваем в случаях отклонения от нормального закона.

Антропометрические признаки определяются с учетом возрастных, половых, этнических (территориальных) и других факторов, так как существенно от них зависят (рис. 11). Наиболее ярко выражены различия по половому признаку. Так продольные признаки мужчин в положении стоя отличаются от этих признаков женщин (в сторону увеличения) на 7—12 см, длина ноги — на 16—19 см, длина руки — на 7—15 см и т.д. Этнические различия по группам размеров менее значительны и в продольном направлении для положения стоя достигают 6—9 см.

Наибольшие суммарные половые и этнические различия в продольных размерах наблюдаются в положении стоя. В положении сидя эти различия уменьшаются или совсем исчезают, т.к. в положение

стоя входит сильно варьирующийся признак длины ноги, а в положении сидя — слабо варьирующаяся длина туловища, которая мало изменяется в процессе акселерации.

Возрастные различия антропометрических признаков выражены не резко. У молодых людей (20—30 лет) все продольные размеры больше на 5 см, а у лиц старшего возраста (30—50 лет) больше на 5 см поперечные, переднезадние и охватные размеры.

ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Следует различать три формы представления антропометрических данных, используемых в процессе конструирования: табличные, графические и модельные.

Таблицы - наиболее распространенная и универсальная форма. В них можно показать любое количество размеров тела, групп населения, самые разнообразные статистические параметры, использовать на любой стадии проектирования. Для более эффективного использования антропологического материала следует представлять только 1-й, 5-й, 95-й и 99-й перцентили, среднее арифметическое значение признака и среднее квадратическое отклонение. Количество измеренных групп населения должно быть по возможности сведено к рациональному минимуму путем объединения групп, близких по антропологическому составу, на основе дисперсионного анализа. Половые группы всегда представляют отдельно. Возрастные группы целесообразно представлять по поколениям: 18-29 лет, 30 - 55 (60) лет.

Графические формы представления антропометрических данных различны: перцентильные кривые вариационных рядов измерительных признаков (Строкина, Пахомова, 1999), графические изображения фигуры тела человека в различных положениях и позах (Dreyfuss, 1960; Flugel, 1986), планшеты (Dreyfuss, 1969). Графические способы представления данных наглядны, но ограничивают объем необходимой информации, так как на одном графике или рисунке можно дать сведения только об одной группе населения.

Модельные формы представления антропометрических данных делятся на физические (муляжи, шаблоны, манекены и т.п.) и математические.

Физические модели формы тела человека различных конструкций и различной степени условности находят широкое применение в

конструировании одежды, обуви, протезов, учебных пособий, а также рабочих мест, роботов, машин и т.п.

Опыт использования эргономических размеров тела (статических) при анализе и оценке организации различных рабочих мест дает возможность утверждать, что на их основе можно рассчитывать не только все материальные параметры рабочих мест, но и многие пространственные. Например, максимальные и минимальные границы досягаемостей в моторном пространстве; параметры безопасных рабочих пространств и доступов к узлам монтажа, наладки и ремонта; проходов, аварийных выходов, лестниц, оградительных устройств, площадок, временных вспомогательных сооружений и т.п., а также параметры сенсорного пространства.

С практической точки зрения обязательный учет только одних размеров тела позволяет создать в значительной степени оптимальные условия для поддержания рациональной рабочей позы. Результаты опросов инженеров и художников-конструкторов, проведенных 80-90-х. годах, показали, что эти данные необходимы (95,10%) и широко учитываются специалистами (91,34%), но, к сожалению, не всегда корректно. Дизайнеры чаще всего предпочитают средние арифметические значения признаков (46,15%), что недостаточно. Для получения данных проводят измерения на себе и своих коллегах - 37,00%, что совершенно недопустимо. 42,30% опрошенных округляют числовые значения данных до 2 и более см, что намного превышает пороги мышечно-суставной чувствительности человека и точность измерения размеров тела.

Создание любого средства деятельности требует в той или иной степени учета размеров тела. Несоответствие параметров производственного оборудования и его пространственного размещения на рабочем месте размерам тела человека не только снижает надежность и эффективность работы, приводит к ошибкам в действиях, но и создает неблагоприятные, а иногда и опасные ситуации. Это несоответствие проявляется прежде всего в неудобстве рабочей позы, что затрудняет рабочие движения (поддержание длительных статических напряжений в мышцах, излишние дотягивания, частые наклоны и т.п.) и влияет на текущее функциональное состояние в целом и, в частности, скелетно-мышечной системы и систем, обеспечивающих ее функционирование.

Ориентируясь на потребности практики были проведены массовые антропологические исследования населения СНГ, результаты ко-

торых отражены в двух атласах (1977 и 1999) и ряде нормативных документов (ГОСТ 21889-76 "СЧМ. Кресло человека-оператора". ГОСТ 12.04980 "Оборудование производственное". Методические рекомендации, 1982, 1983, 1992.

ОБЩИЕ ПРАВИЛА РАСЧЕТА ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ МЕСТ

Общие правила расчета эргономических параметров рабочих мест состоят в следующем:

1. Определяют характер контингента работающих, для которых предназначено рабочее место и проектируемое оборудование (мужчины или женщины, национальность, возраст и т.д.).

2. Определяют объем (в %) совокупности работающих, размерам тела которых должно соответствовать проектируемое оборудование, а затем его верхнюю и нижнюю границу. Находят числовое выражение порогового значения антропометрического признака, характерного для выборочной совокупности. Числовые значения антропометрических признаков, соответствующие 1, 5, 50, 95, 99-му перцентилям, приводятся в антропометрических атласах и нормативных документах.

Если устанавливают, например, размеры рабочего места водителя трактора, то они должны обеспечивать легкость и удобство эксплуатации для 90—95% работающих. Одновременно учитывают, что для группы людей, которые могут принадлежать к этой профессии, минимальной (нижней) и максимальной (верхней) границами распределения, включающими 90% численности работающих, являются 5-й и 95-й перцентили. При этом остаются не удовлетворенные 5% работающих с наибольшими и 5% с наименьшими размерами тела.

3. Выбирают антропометрический признак, который будет служить основой для расчетов тех или иных параметров рабочего места, будет учитывать функциональное значение параметра производственного оборудования, рабочее положение тела работающего и позы, пол, возраст, национальность и т.д. Выбор границ связан с конкретными параметрами оборудования.

4. Выбирают границы (верхнюю или нижнюю) объема обследуемой совокупности работающих, достаточные для надежного определения параметра рабочего места.

Соответствие изделий промышленного производства требованиям эргономики, важной составляющей которых являются данные эргономической антропологии, способствует созданию не только удобной и безопасной, но и конкурентоспособной техники.

ВЛИЯНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА – ОПЕРАТОРА

Базовыми для эргономики являются психологические моменты, связанные, прежде всего, с психологией труда. Основные среди них следующие: психологические особенности личности, психологические особенности внимания, роль психологического климата в коллективе.

Особое внимание уделяется восприятию окружающей среды, которое представляет собой многоуровневый психофизиологический процесс.

Психологические особенности личности — совокупность существенных и более или менее постоянных особенностей личности. Они не остаются неизменными на протяжении всей жизни, а меняются с развитием личности и во многом зависят от окружающих условий (социальных, культурных, материальных и пр.). К основным психологическим особенностям личности относятся:

- мировоззрение, т.е. система взглядов на окружающие явления в природе и обществе;
- интересы личности (жизненные ценности и цели, духовные запросы, вещизм и пр.);
- черты характера личности, т.е. совокупность стержневых психологических свойств, накладывающая отпечаток на поступки, всю жизнедеятельность (инициативность, добросовестность, не решительность и пр.);
- способности и одаренность, т.е. предрасположенность к более успешному выполнению какого-либо вида деятельности;
- сила нервной системы (ее работоспособность);
- тип нервной системы личности, который предопределяет скорость перехода от одной деятельности к другой.

Основных характерных типов нервной системы четыре.

1. Слабый (меланхолик) имеет слабые процессы возбуждения и торможения. Такой работник не отличается высокой работоспособ-

ностью, зато способен реагировать на более тонкие сигналы, склонен к тонкой, тщательной работе.

2. Сильный неуравновешенный тип (холерик) с процессами возбуждения преобладающими над процессами торможения. Такого человека вряд ли следует занимать монотонной или требующей длительной концентрации внимания работой. Однако он способен на быстрое переключение внимания, проявление инициативы.

3. Сильный уравновешенный подвижный тип (сангвиник). Сильная нервная система со сбалансированными и легко переключаемыми процессами.

4. Сильный уравновешенный инертный тип (флегматик). Спокойный, стрессоустойчивый, маловозбудимый тип, который незаменим для педантичной, скрупулезной, требующей усидчивости работы.

В «чистом» виде характерные типы нервной системы, как правило, не встречаются. Реальные конкретные люди обладают смешанными чертами с преобладанием того или иного типа.

Психологические особенности личности влияют как на выбор профессии, степень овладения ею, так и во многом определяют психологическую совместимость с коллегами. В процессе жизнедеятельности (на производстве, при вождении автомобиля, в простых, на первый взгляд, бытовых ситуациях и т.д.) большую роль играет внимание — сложное психологическое явление, тесно связанное с мышлением.

ВОСПРИЯТИЕ (ПЕРЦЕПЦИЯ) И ИНФОРМАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В СЧТС

Отправным пунктом и необходимым моментом познания окружающей среды, взаимодействия с ней и ее предметным наполнением служит восприятие — психофизиологический процесс отражения действительности в форме чувственных образов объектов. Физические, химические и прочие параметры компонентов окружающей среды воздействуют на органы чувств, стимулируя в нервной системе сложные физиологические процессы, которые отражаются в сознании человека в форме ощущений — зрительных, слуховых, осязательных, обонятельных, кинестетических (мышечных) и других (рис.12 Система «человек — машина» и система «человек—трудовой

процесс»). На основе ощущений, отражающих отдельные свойства вещей, формируется восприятие, дающее информацию об объекте в его целостности. При этом новые впечатления вовлекаются в систему уже имеющихся знаний, накопленного опыта, взглядов и понятий субъекта.

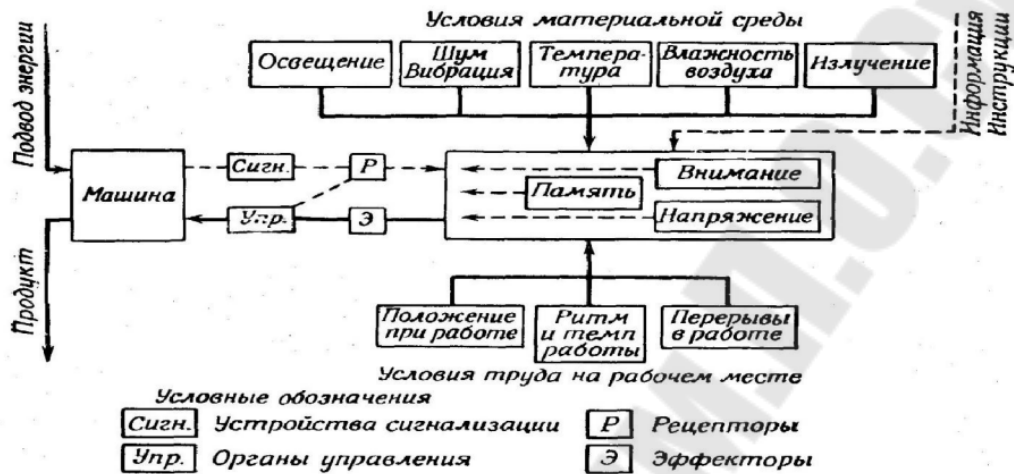


Рис. 12. Система «человек — машина» и система «человек — трудовой процесс»

Рассмотрим основные этапы деятельности оператора при решении определенной технологической задачи или выполнении операции СЧТС.

Первый этап - восприятие информации (перцепция) - процесс, включающий следующие качественно различные операции:

- обнаружение объекта восприятия;
- выделение в объекте отдельных признаков, отвечающих стоящей перед оператором задаче;
- ознакомление с выделенными признаками;
- опознавание объекта восприятия.

Фаза трудового процесса (восприятие информации и передача ее в центральную нервную систему) относится к сфере действия законов физиологии и психологии. Восприятие осуществляется либо путем непосредственного наблюдения производственного процесса, либо по наблюдению за показаниями контрольно-измерительных приборов, отражающими параметры хода производственного процесса. Перцепция осуществляется с помощью органов чувств, откуда полученная информация передается в центральную нервную систему человека.

Информация поступает в виде сигналов. Их восприятие зависит от свойств каждого из сигналов, а также от их взаимных отношений, т.е. от структуры поля восприятия.

Различия между операциями обнаружения и выделения информативных признаков определяются тем, что явления, связанные с обнаружением объекта восприятия, протекают на уровне рецепторных полей воспринимающих систем, в то время как способность к выделению информативного содержания формируется на основе прошлого опыта и требует специального обучения.

В процессе ознакомления с выделенными признаками оператор устанавливает связи между отдельными свойствами объекта восприятия, формирует собственные системы эталонов, на основании которых он может в последствие опознать объект или ситуацию. Процессам ознакомления и опознавания сопутствуют обычно укрупнение признаков, объединяющих их в структуры, которые затем выступают как единые оперативные единицы восприятия.

Оперативная единица восприятия - это семантически целостное образование, формирующееся в результате рецептивного обучения и создающее возможность практически одномоментного, симультанного и целостного восприятия объектов внешнего мира, независимо от числа содержащихся в них признаков.

Формирование оперативных единиц восприятия обеспечивает не только целостность и предметность восприятия, но и возможность в дальнейшем мысленного реконструирования ряда особенностей объекта, не нашедших непосредственно отражения в информации, предъявленной оператору, равно как и возможность выделения полезной информации в помехах.

Второй этап - переработка (трансформация) информации включает:

- оценку полученной информации,

- анализ полученной информации,
- обобщение на основе заранее заданных или сформированных критериях оценки.

Оценка производится на основе сопоставления воспринятой информационной модели со сложившейся у оператора внутренней образно-концептуальной моделью обстановки (системы управления).

Образно-концептуальная модель - *представление целостной ситуации («умственная картина») управляемого процесса и условий, в которых этот процесс реализуется в СЧТС.* Концептуальная модель представляет собой продукт осмысливания оператором сложив-

шейся ситуации с учетом стоящих перед ним задач. В отличие от информационной модели она относится к внутренним психологическим способам - средствам деятельности оператора.

Переработка (трансформация) полученной информации осуществляется в центральной нервной системе и приводит к принятию определенного решения. Механизм выработки решения до сих пор мало изучен. На характер решения, его правильность и быстро ту принятия влияет не только информация, поступающая извне (от машины, из внешнего окружения), но и внутренняя информация.

В переработке информации и принятии решения играют роль «стрессовые» ситуации или состояние нервного напряжения, которые выражают реакции организма на травмы, шоки, а также такие психологические затруднения, как страх, состояние сильного возбуждения и т.д.

Третьим этапом трудового процесса является выдача принятого решения исполнительным органам и выполнение этого решения. Этот последний этап называется управлением и в системе «человек-машина» осуществляется путем воздействия на органы управления машины с целью внесения необходимых изменений в происходящий в системе процесс. Выходом в этом случае являются исполнительные органы человека, входом — органы управления машины.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В СЧТС

Восприятие рассматривается как компонент некоторой замкнутой системы управления с обратной связью (рис. 13)

Прослеживается образование потока информации «снизу-вверх»: кодировка сигналов рецепторами (концевыми образованиями нервных волокон), преобразование их соответствующими нейронными механизмами и передача в высшие отделы мозга. В последней трети XX века, когда сформировалось отношение к восприятию как к «процессу переработки информации», особое внимание стали уделять схеме «сверху—вниз». В этой схеме подчеркивается активная роль, которую играет в переработке информации сам наблюдатель, его психологические, интеллектуальные и другие персональные особенности.

Чтобы восприятие действительно обеспечивало адаптивное поведение, необходимо принимать во внимание одновременно страте-

гию восприятия обоих направлений: «снизу—вверх» и «сверху—вниз». Характеристики входной информации с позиции физики, анатомии, физиологии и психофизиологии описывают первую стадию восприятия, когда соответствующая информация поступает в мозг. Однако характер использования этой информации механизмами мозга наблюдателя определяется стратегией обработки информации в направлении «сверху—вниз», когда необходимо совершить какое-то конкретное действие в зависимости от того, что воспринято. Как отмечалось, определяющей здесь во многом является внутренняя информация.

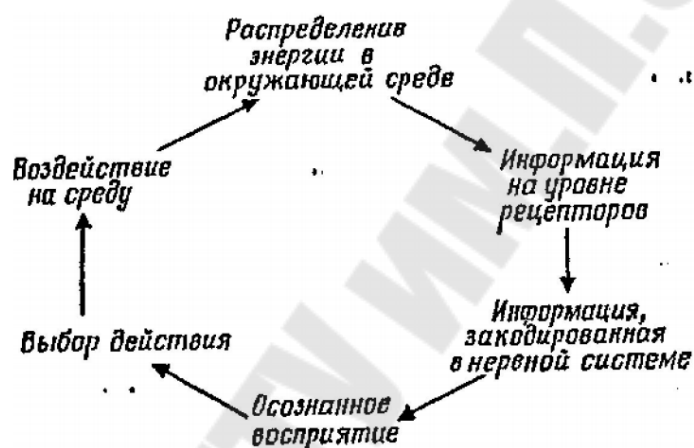


Рис. 13. Восприятие как интеративный (повторяющийся) процесс с обратной связью

Поэтому говорят об *информационном взаимодействии* между человеком—оператором и машиной (или объектом взаимодействия). Несоответствие машин и различного рода устройств, с одной стороны, и человека, с другой, является выражением помех в так называемой интеграции, т.е. во взаимодействии этих двух элементов системы. Рассматриваемый процесс с обратной связью имеет итеративный (повторяющийся) характер, из чего следует ряд выводов. Наиболее важные из них состоят в том, что в эргономике очень часто точность не является самой главной характеристикой восприятия и что *восприятие есть динамический процесс*, который в значительной степени поддается контролю самим наблюдателем.

Подход к вопросам восприятия в эргономике как научной дисциплине, занимающейся, прежде всего, изучением и проектированием трудовой деятельности, имеет свою специфику, обусловленную целью оптимизации орудий, условий и процесса труда. В частности, при

восприятию не ставится задача довести до сознания входной стимул с максимальной полнотой и достоверностью в деталях. Процесс восприятия не рассматривается по аналогии с процессами фотографирования или звукозаписи, когда стремятся создать точное изображение (форма, цвет, фактура, соотношение деталей и пр.) или воспроизвести музыкальную мелодию во всех нюансах звучания. Эргономисты определяют назначение перцептивной системы (системы восприятия) как обеспечение достаточных условий для адаптивного (приспособленного к условиям реальной среды) поведения. Токаря, авиадиспетчеру, кассиру в магазине, домохозяйке при стирке и т.д. перцептивная информация необходима, чтобы действовать надлежащим образом в трудовом процессе.

При непосредственном наблюдении за управляемыми объектами оператор пользуется информацией, которая поступает к нему по каналам связи.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА

Через зрение человек получает большую часть информации, позволяющей проводить осознанную целенаправленную деятельность. Зрительный анализатор формирует в психике человека первичные зрительные ощущения — цвета, света, формы, образов внешнего мира, обеспечивает зрительную деятельность человека.

Парное взаимодействие глаз вызывает *бинокулярный эффект*, благодаря которому появляется восприятие объёмности предметов, их удалённости в пространстве.

Зрительный анализатор человека имеет сложные биологические механизмы регулирования поступления световой энергии к фоторецепторам глаза и уровня чувствительности фоторецепторов. Анализатор включает в себя фоторецепторы сетчатки, проводящие пути, подкорковые нервные центры, зрительную кору (затылочная область головного мозга). Зрительный аппарат человека воспринимает широкий диапазон видимых излучений от 380 до 770 нм, т.е. от ультрафиолетовых до инфракрасных излучений.

Абсолютная чувствительность зрения весьма высока и составляет всего 10-15 квантов лучистой энергии, при воздействии которых на сетчатку в психике человека возникает ощущение света.

Зрительная система работает в очень широком диапазоне яркостей. Максимальная яркость, вызывающая ослепление, составляет 32.2 стильба, а минимальная воспринимаемая глазом освещённость около $8 \cdot 10^{-9}$ люкс. При идеальных условиях человек может видеть свет, излучаемый звёздами 6-й величины.

Глаз чувствителен к электромагнитному излучению в диапазоне длин волн от 380 до 760 нм, причём максимум световой чувствительности глаза смещается в зависимости от уровня освещённости. Этим объясняется «*эффект Пуркинье*»: при сумеречном освещении синие и зелёные предметы кажутся более светлыми, чем красные и желтые. Волны разной длины вызывают ощущения *цвета* и его градаций: красного - 610-620 нм; жёлтого - 565-590 нм; зелёного - 520 нм; синего - 410-470 нм; фиолетового - 380-400 нм.

Чувствительность глаза к различению цветового тона различна и имеет около ста тридцати градаций. На практике эти особенности цветового зрения используются при создании систем цветового кодирования и сигнализации. Обычно используется не более четырёх цветов: красный, жёлтый, зелёный и белый. Наиболее тонко глазом различаются длины волн в районе 494 нм (зеленовато-голубой цвет) и 590 нм (оранжево-жёлтый). В средней части видимого спектра (зелёный цвет), а также в его концах (фиолетовый и красный) дифференцировка цветности значительно грубее. Максимальная цветовая чувствительность глаза при дневном освещении лежит в жёлтой части спектра (555 нм).

Наиболее контрастирующие соотношения цветов в порядке убывания цветового контраста: синий на белом, чёрный на жёлтом, зелёный на белом, чёрный на белом, зелёный на красном, красный на жёлтом, красный на белом, оранжевый на чёрном, чёрный на пурпурном, оранжевый на белом, красный на зелёном.

Цвет и свет играют значительную роль в человеческой практике. При создании многих изделий необходимо учитывать их цветовые и световые характеристики. Цвет может выполнять энергетическую и информационную функции. Цветом кодируются состояния индикаторов технических систем. Например, красный цвет свидетельствует о критических и опасных режимах, зелёный — о нормальном функционировании системы, жёлтый предупреждает об изменении режима.

Стандарты устанавливают следующий дополненный алфавит цветового кода:

красный — используется для предупреждения оператора о том, что система или её часть не работают;

мигающий красный — для обозначения ситуации, требующей немедленного реагирования;

жёлтый цвет — для обозначения предельных режимов, в которых необходима осторожность;

зелёный цвет — нормально работающая система;

белый цвет — используется для обозначения функций, о которых не известно, правильны они или ошибочны, например, для обозначения промежуточных состояний системы;

синий цвет — справочные и консультативные сведения.

При организации сложных пультов управления и индикации, содержащих большое количество кодирующих признаков, возникают сложные взаимодействия светлоты и цвета, что требует специальных процедур измерений и подбора цвета. С этой целью используются специальные шкалы и методы построения изотропного пространства различения светлоты и цвета. Доказано преимущество цветового кодирования при решении задач обнаружения. Время поиска объектов по цвету минимально.

Освещённость рабочего места влияет на работоспособность оператора. Снижение освещённости ведёт к снижению работоспособности. Зрительный комфорт и работоспособность зависят от соотношения между яркостью наблюдаемого объекта и яркостью фона, окружающего объект.

Зрительная система человека обладает определённой инерционностью при быстрой смене световых раздражителей, которые после определённого порога, называемого «критической частотой слияния световых мельканий» (КЧСМ), воспринимаются как непрерывный сигнал. На этом эффекте работают системы кино и телевидения, предъявляющие на короткое время изображение в виде последовательности картинок. КЧСМ, в зависимости от параметров предъявляемого сигнала и функционального состояния зрительного анализатора, изменяется в диапазоне от 14 до 70 Гц.

Острота зрения человека — минимальный угол зрения, при котором две равноудалённые точки видны как отдельные, составляет несколько десятых угловой минуты и зависит от освещённости и контрастности объекта, его формы и положения в поле зрения. Эта характеристика играет большую роль в задачах информационного поис-

ка и обнаружения, составляющих значительную часть операторской деятельности.

Диапазон восприятия интенсивности светового потока человеком очень велик и достигается в процессе световой и темновой адаптации, время которой составляет от 8 до 30 минут.

Темновая адаптация возникает при уменьшении яркости фона от некоторого значения до минимальной яркости (практически темноты). Происходит ряд изменений в зрительной системе:

- переход от колбочкового зрения к палочковому;
- расширяется зрачок;
- увеличивается площадь на сетчатке, по которой происходит суммирование воздействия света;
- увеличивается время суммирования световых воздействий;
- увеличивается концентрация светочувствительных веществ в зрительных рецепторах;
- увеличивается чувствительность зрительной системы.

Световая адаптация — явление, обратное темновой адаптации. Она происходит в процессе приспособления зрительной системы после длительного пребывания в темноте.

С инерционностью зрения связан и феномен последовательных зрительных образов, возникающих непосредственно после прекращения раздражения сетчатки. При этом возможны наложения и искажения восприятий, ведущие к ошибочным действиям человека. Иллюзиям движения и инерции зрения обязаны своим развитием кино и телевидение.

Зрительная система человека позволяет воспринимать движение. Нижний абсолютный порог восприятия скорости составляет:

- при наличии в поле зрения неподвижного ориентира 1-2 угл. мин/с.;
- без ориентира 15-30 угл. мин/с.

Равномерное движение с малыми скоростями (до 10 угл. мин/с.) при отсутствии в поле неподвижных ориентиров может восприниматься как прерывистое.

Поле зрения каждого глаза: вверх 50 град.; вниз 70 град.; по направлению к другому глазу 60 град.; в противоположном направлении 90 град. Общее поле зрения по горизонтали 180 град. Точное восприятие зрительных сигналов возможно только в центральной части поля

зрения. Именно здесь должны быть расположены наиболее важные элементы рабочего места оператора.

Максимальная пропускная способность зрительного анализатора на уровне фоторецепторов 5.6×10 бит/с. По мере продвижения к корковым структурам падает до 50-60 бит/с. Несмотря на столь низкую скорость восприятия, человек в своём субъективном мире имеет дело с образами восприятий, обладающими высоким разрешением и детальностью. Это связано с конструирующими функциями психики, строящей образ на основании не только внешней информации, но и информации, циркулирующей в системах памяти и фиксации опыта.

Свойства зрительной системы человека описаны и оформлены в виде справочных данных. Их использование требует от проектировщиков большой осторожности, так как параметры зрительной системы очень вариативны и сильно зависят от условий и методов измерения.

ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛУХОВОГО АНАЛИЗАТОРА

Слуховой анализатор — второй после зрения по значимости канал получения информации человеком. На его основе формируется речевой способ передачи информации, являющийся одним из самых эффективных методов человеческой коммуникации.

В процессе функционирования слухового анализатора в сознании человека формируется ощущение звука. Чувствительность слухового анализатора, как и зрительного, близка к абсолютной и позволяет в условиях абсолютной тишины слышать механические колебания, вызываемые трением молекул при броуновском движении. Парное взаимодействие ушей реализует стереоэффект, позволяющий локализовать в пространстве точечный источник звука и выделить направление его перемещения.

Воздействие звуковых колебаний на органы слуха вызывает ощущения в виде громкости, высоты, тембра звука. Громкость звука связана с интенсивностью звукового давления, и её максимальное значение в виде порога болевого ощущения составляет 140 дБ интенсивности давления. Минимальная амплитуда колебания среды, вызывающая ощущение звука, составляет $0,000000009$ см. Чувствительность уха к колебаниям различной частоты неодинакова и максимальна в диапазоне 2000-4000 Гц.

С возрастом слуховая чувствительность на высоких частотах падает на 20 и более децибел. При поступлении на органы слуха звуковых сигналов разной частоты наступает «*эффект маскировки*», выражающийся в снижении слышимости полезного сигнала. Наиболее сильное маскирующее влияние помехи возникает в случаях:

когда частоты полезного сигнала и помехи близки между собой;
по мере увеличения интенсивности помехи маскирование охватывает всё более далёкие частоты сигнала;
если частота помехи ниже частоты сигнала;
интерференции полезного сигнала и помехи.

Наиболее сильно нам мешают звуки, состоящие не из одной или двух очень интенсивных частот, а являющиеся сложной смесью множества частот — «белый шум».

Воздействие на органы слуха группы колебаний (спектра) вызывает ощущение «окраски звука» — тембра, позволяющего человеку определить источник звука.

Подача последовательной серии звуковых сигналов при уменьшении интервалов между ними вызывает эффект «*критической частоты слияния звука*» (КЧСЗ), который наступает при частоте звуковых последовательностей около 35-70 Гц, и сильно зависит от условий восприятия и психофизиологического состояния человека.

Восприятие речевого сигнала имеет свои особенности. Прежде всего, акустическая энергия гласных звуков концентрируется в гармонически связанных диапазонах частот, называемых формантами. Эти частоты соответствуют механическим резонансам речевого тракта. Первая форманта в зависимости от гласного звука и говорящего располагается между 200 и 800 Гц, вторая — в окрестности 1500 Гц, третья — в области 2400 Гц, четвёртая — примерно вокруг частоты 3500 Гц. При генерации согласных звуков в спектре последних большая часть энергии приходится на высокие частоты, чем на низкие. Человеческая речь лежит в диапазоне около 300-4000 Гц. Основной спектр в диапазоне 1000 Гц.

Понимание речевых сообщений зависит от темпа их передачи, наличия интервалов между словами и фразами. Оптимальным считается темп 120 слов в минуту. Интенсивность речевых сигналов должна превышать интенсивность шумов не менее чем на 6.5 дБ. Опознавание речевых сигналов зависит от длины слова. Многосложные слова правильно распознаются лучше, чем односложные, что объясняется наличием в них большего числа опознавательных признаков. Более

точно распознаются слова, начинающиеся с гласного звука. На восприятие слов решающее влияние оказывают их синтаксические и фонетические закономерности. Установление синтаксической связи между словами во многих случаях позволяет восстановить пропущенный сигнал.

При переходе к фразам оператор воспринимает не разрозненные, отдельные сигналы, а грамматические структуры, порождающие смысловое содержание сообщения. Оптимизация звукового и речевого взаимодействия оператора в СЧМ имеет сложный характер и требует учёта специфики взаимодействия анализаторных систем между собой, а также содержания циркулирующей в СЧМ текстовой справочной и управляющей информации.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ МЕЖДУ ВОСПРИНИМАЮЩИМИ КАНАЛАМИ ЧЕЛОВЕКА – ОПЕРАТОРА

Между воспринимающими каналами человека - оператора информация должна распределяться на основе психологических процессов восприятия информации различными анализаторами. Необходимо также учитывать взаимодействие и взаимное влияние анализаторов, их устойчивость к воздействию различных факторов среды: гипервесомости и невесомости, вибрации, гипоксемии, изменение способности к восприятию информации в процессе длительной работы и др. Весьма существенное значение имеет вид информации, условия ее приема, а также характер деятельности оператора. Выбор канала восприятия в зависимости от вида информации.

Для передачи количественной информации используются зрительный, слуховой и кожный каналы восприятия. Выбор канала обуславливается числом градаций признака.

Зрительный канал обеспечивает наибольшую точность определение величины признака, особенно при использовании цифровых кодов, шкал, изменений положений указателей приборов. Он позволяет сравнивать и измерять информацию одновременно по нескольким признакам. Наименьшая точность наблюдается при кодировании величины яркостью.

Слуховой канал по точности восприятия количественной информации может конкурировать со зрительным только при передаче количественной информации в виде речевых сообщений. Точность

приема количественной информации, закодированной с помощью частоты или интенсивности звукового сигнала, повышается при использовании эталона сравнения. Человек способен воспринять до 16 - 25 градаций тональных сигналов, различающихся по высоте или громкости.

Кожный канал при передаче количественной информации значительно уступает зрительному и слуховому каналу. С его помощью можно передать более 10 градаций величины за счет использования частоты вибротактильных или электрокожных сигналов (после соответствующей тренировки).

Использование многомерных сигналов, различающихся по нескольким признакам, способствует более экономной передаче информации. С точки зрения возможности приема многомерной информации различные воспринимающие каналы человека не являются идентичными.

Зрительный канал, обладающий хорошо выраженными аналитическими свойствами, позволяет одновременно использовать несколько признаков в сигнале. Информация для этого канала восприятия может быть закодирована одновременно с помощью интенсивности и цвета световых раздражителей, формы, площади, пространственного расположения сигналов, отношений их отдельных параметров. Способность к поэлементному анализу большого числа отдельных составляющих сложного сигнала позволяет воспринимать с помощью этого канала большой объем информации, несмотря на то, что по шкалированию некоторых из них (например, интенсивности, частоты). Зрительный анализатор не обладает выраженными преимуществами по сравнению с другими анализаторами.

Значительно повышает пропускную способность данного канала по отношению к многомерным кодовым сигналам синтез различных компонентов сигналов в единый зрительный образ. В этом отношении большую роль играет наличие возможности одновременного восприятия нескольких пространственно разобобщенных зрительных образов.

Слуховой канал позволяет использовать при передаче многомерных звуковых сигналов интенсивность и частоту, тембр и ритм. Распределение частот по октавам и модулирование звуковых сигналов также повышает их распознаваемость. Однако общий набор сигналов и возможность варьирования ими для этого анализатора меньше, чем для зрительного. Значительно ограничивает использование этого

каната трудность приема и анализа информации, поступающей одновременно более чем от одного источника сигналов.

Кожный канал обладает меньшими возможностями для приема многомерных сигналов, чем два предыдущих. При передаче по нему многомерных сигналов практически могут быть использованы частота сигналов и их пространственная локализация.

Передача информации о положении объектов в пространстве

Зрительный канал дает самую полную информацию о положении наблюдаемых объектов в пространстве (по трем координатам). Большая точность в оценке пространства и пространственных отношений обеспечивается за счет выраженной аналитической способности зрительного анализатора, константности восприятия, визуализации представлений, широкой возможности оперирования пространственными зрительными образами.

Кожный канал при передаче этой информации можно поставить на второе место. Он обеспечивает определение положения объекта в пространстве по двум координатам при непосредственном соприкосновении с объектом и при дистанционном определении положения его в пространстве за счет искусственных кодовых признаков. Такими кодовыми признаками могут быть частота вибротактильных или электрокожных сигналах и их локализация. Применения для этого изменение амплитуды, величины и площади давления тактильных сигналов ограничивается быстрым развитием адаптации в тактильном анализаторе.

Слуховой канал при бинауральном восприятии обеспечивает высокую точность определения направления на источник звука. Когда же применяется искусственный код (обычное изменение частоты акустического сигнала, его тона), точность локализации оказывается ниже, чем при использовании зрительного и кожного анализаторов. В основном, в этом случае с помощью слухового анализатора можно определять изменение положения объекта в пространстве только по одной координате.

Восприятие времени

Точность восприятия временных интервалов зависит от их длительности, от того, заполнены они или не заполнены раздражителем и от ряда других причин. Наибольшая точность отмечается при оценки заполненных временных интервалах.

Слуховой канал обеспечивает наибольшую точность в оценке временных характеристик сигналов (их длительности, темпа, ритма и

т.п.). Ошибка в воспроизведении 3-, 5-, 10- секундных заполненных временных интервалов составляет при использовании слухового анализатора 1,2 - 4,7 % заданных стандартов.

Кинестетический канал также может успешно использоваться для передачи информации по параметру длительности. При поступлении по этому каналу заполненных временных интервалов длительностью в 4,8 и 9,1 с., ошибка в точности воспроизведении колеблется в пределах 6,4 - 16 %.

Тактильный канал по точности оценки времени занимает третье место. Ошибка точности воспроизведения 5, 10 - секундных интервалов при использовании этого анализатора составляет 7.4 - 24.8 % определяемых величин.

Зрительный канал обеспечивает наименьшую точность передачи временной информации. При поступлении сигналов в этот канал наблюдается меньшая точность и большая флюктуация в оценке длительности временных интервалов, чем при поступлении их по слуховому, кинестетическому и тактильному каналам. Ошибка в точности воспроизведения 3-, 5- и 10- секундных интервалов времени при использовании зрительного анализа составляет 13.8 - 18 % стандарта, а флюктуация - 1.2 - 2.9 с.

Передача информации об аварийных ситуациях.

Сигналы, несущие информацию об аварийных ситуациях, можно подразделить на предупреждающие и сигналы, свидетельствующие об аварии и переключающие человека на деятельность по новому алгоритму.

Предупреждающие сигналы не должны нарушать заданного режима рабочей деятельности. Следствием аварийных сигналов должно быть изменение алгоритма работы для предотвращения развития аварийной ситуации и восстановления нормального функционирования системы. Для передачи предупреждающего сигнала можно использовать любой канал связи (зрительный, слуховой, тактильный). Выбор его зависит от структуры деятельности, загруженности того или иного анализатора и вида алгоритма, на который должен быть переключен оператор. Выбор канала связи для передачи аварийного сигнала обуславливается тем, что сигнал должен быть обязательно и немедленно воспринят при любых обстоятельствах, не зависимо от характера работы.

Слуховой канал восприятия при передаче информации об аварийном состоянии имеет те преимущества, что слуховой анализатор

обладает выраженной способностью к экстренной мобилизации. Звуковой сигнал хорошо воспринимается независимо от местоположения его источника по отношению к оператору. Отрицательным свойством длительного интенсивного звукового сигнала его выраженное тормозное влияние на высшую нервную деятельность.

Зрительный канал восприятия при передаче аварийной информации является также достаточно эффективным. Недостатком его является то, что источник информации обязательно должен находиться в поле зрения. Особенно важное значение приобретает канал в условиях интенсивного шума.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ЗРИТЕЛЬНЫХ ИСКАЖЕНИЯХ (ОПТИЧЕСКИЕ ИЛЛЮЗИИ)

Среди факторов, влияющих на восприятие композиционного строя рисунков, а также объемных форм, особое место занимают психофизиологические особенности зрения, в частности физиологическая оптика. Человеку свойственно поддаваться оптическим обманам — зрительным иллюзиям. Суть их заключается в несовпадении подлинного геометрического и зрительного равенства линий, фигур, пробелов между ними, элементов (фигур), заполненных графическим материалом и оставленных чистыми (иррадиация света). Зрительные искажения весьма наглядно проявляются там, где геометрические правильные фигуры пересекаются параллельными линиями, образующими со сторонами фигуры острые углы и т.д. Многие из иллюзий были отмечены и описаны более ста с лишним лет назад. Однако полного и общепринятого понимания того, почему подобные рисунки нарушают восприятие зрительной системы, нет до настоящего времени. Все оптические иллюзии можно условно поделить на две группы:

искажения собственно фигуры без фона;

искажения фигуры, вызываемые фоном определенного рода.

Начало изучению зрительных иллюзий положило обнаружение (1860) Ф. Целльнером в рисунке купленной ткани эффекта визуального схождения и расхождения вертикальных параллельных линий при пересечении их косыми линиями. Эта иллюзия наиболее сильно проявляется, когда пересекающиеся линии образуют угол, равный 45° .

Вариантами этой иллюзии, основанной на законе оптического преувеличения размера острых углов, являются эффект вогнутости

двух прямых линий (В. Вундт) и эффект выпуклости этих прямых (Э. Геринг).

Некоторые простые рисунки оцениваются с довольно большими искажениями (до 20% длиннее или короче; прямая линия искривляется весьма явно и т.д.). Эти искажения видят практически все люди. Примечательно, что это же явление наблюдается у животных. Довольно сложная методика подтвердила эти результаты с достаточно высокой степенью точности на рыбах и голубях. Наиболее известным из рисунков такого рода являются стрелы Мюллер-Лайера («иллюзия стрелы», описанная в 1889 году). Это просто пара стрел, древки которых одинаковой длины, но у одной стрелы расходящиеся наконечники, у другой — сходящиеся. Стрела с расходящимися наконечниками кажется длиннее, хотя фактически обе стрелы одинаковой длины.

Иллюзия сохраняется и в случае отсутствия древков, хотя становится более лабильной (менее явной). Две части фигуры («стрелы») могут интерпретироваться как трехмерные объекты. Например, границы (линии) между потолком и стенами, полом и стенами комнаты характеризуют как «внутренний» угол. При этом стена как бы удаляется от наблюдателя и величина центральной вертикали (линия схождения боковых стен) переоценивается. Второй случай — «внешний» угол; линии крыши и фундамента здания; наиболее близкая к наблюдателю часть воспринимаемого объекта (или его изображения), напротив, недооценивается по высоте. Еще один пример — фигура Понцо (иллюзия железнодорожных путей). Верхняя горизонтальная линия кажется длиннее нижней, причем это происходит в каком бы положении мы ни рассматривали рисунок (в том числе повернув верхнюю линию вниз).

Некоторые иллюзии легли в основу гештальт-принципов, что подтверждает перцептивную обоснованность и универсальность последних. В первую очередь можно отметить искажение формы и размеров за счет преувеличения протяженности вертикальных линий, что наглядно проявляется уже на уровне отдельных простых линий (перпендикуляр к горизонтали), эффект усиливается при объединении линий в группы и весьма наглядно проявляется в фигурах, построенных из этих линий.

К характерным иллюзиям (кроме рассмотренных выше) относятся также следующие:

квадрат кажется выше круга, если высота первого равна диаметру второго;

зрительные ошибки в оценке размеров равных по длине линий сторон треугольника, квадрата и пятиугольника (впечатление нарастания размера стороны от фигуры к фигуре);

предмет и его части воспринимаются по-разному в зависимости от окружающих элементов (закон контраста), в частности кажущееся изменение площади одинаковых кругов, помещенных среди кругов различной величины;

зрительное неравенство смежных прямых углов, расчлененных и нерасчлененных пучком линий;

кажущееся расхождение кверху вертикальных параллельных линий значительной протяженности, что усиливается введение линий под углом к ним («здание-высотка»);

визуальная деформация сторон квадрата, формы круга при пересечении штрихами, образующими тупые углы (закон оптического преувеличения размера острых углов).

Особую группу составляют иллюзии, связанные с явлением иррадиации. Иррадиация (от *лат. irradiatio* — сияю, испускаю лучи) — кажущееся увеличение размеров светлых фигур на темном (черном) фоне по сравнению с темными фигурами равной величины на белом фоне.

Знание основных перцептивных иллюзий и владение арсеналом корректировки визуальных искажений помогают создавать средовые объекты, (от простейших плоскостных до многоплановых объемно-пространственных) адекватные функции (в ее совокупности утилитарных, биологических, психологических и социальных параметров), где красота и гармония являются необходимым моментом для обеспечения духовно-психологического комфорта.

Так в средствах визуальной коммуникации буква «О», другие буквы, цифры, знаки и графические элементы, имеющие округлую форму, должны выступать снизу и сверху за линию строки, чтобы казаться равными по высоте соседним прямоугольным буквам и элементам.

Ширина штрихов светлых надписей, индексов, размеры других графических элементов из-за эффекта иррадиации на темном фоне должна быть меньшей, чем темных — на светлом (в среднем на 1/3). Утонышение тем больше, чем сильнее контраст яркостей светлого и темного и чем хуже аккомодация глаз наблюдателей.

Для ликвидации эффекта визуального «провисания» горизонтальным линиям, опоясывающим криволинейные поверхности не-

сколькo ниже уровня глаз, придаетcя некоторый подъем. Эффект «провисания» активизирует соседство наклонных поверхностей. По этой причине придают подъем «талиевой» линии автомашин, в которых отрицательный эффект усиливается наклонами лобового стекла, задней и передней стенок кузова.

Аналогичная корректировка формы может использоваться при формoобразовании холодильников, стиральных и швейных машин, другого бытового и производственного оборудования, а также относительно небольших средовых объектов (киосков, телефонных будок и пр.). Некоторая выпуклость вертикальных поверхностей устраняет впечатление вогнутости, придает форме большую пластичность. Это же целесообразно и с технологической точки зрения для штампованных элементов, т.к. предохраняет от прогибания при нагрузке.

Учет особенностей оптических иллюзий, возникающих под воздействием психофизических явлений иррадиации, контраста, зрительной памяти и др., позволяет повлиять на зрительное восприятие размеров помещения. Наиболее характерные приемы достижения определенного эффекта за счет графики (узора) следующие:

- светлая гладкоокрашенная комната кажется большой и просторной;

- вертикальные полосы делают помещение выше;

- горизонтальные полосы создают впечатление более низкого помещения;

- пестрота в отделке стен и пола вызывает ощущение беспокойства, беспорядка, уменьшения объема комнаты;

- клетчатый потолок делает помещение ниже, давит психологически; клетчатый узор пола придает ему статичность, что весьма логично;

- клетчатый или линейный узор на всех поверхностях помещения оказывает постоянное раздражающее воздействие на зрение;

- горизонтальные повторяющиеся линии на стенах создают впечатление движения, динамичности пространства;

- повторяющиеся вертикальные линии на стенах создают впечатление покоя, статичности пространства.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА

Под эмоциональными понимаются состояния, вызванные переживанием человеком его отношения к внешнему миру и к самому себе и характеризующиеся изменениями количественных и качественных параметров ответов на сигналы внешней среды. Таким образом, эмоциональное состояние тесно связано с индивидуальной семантической значимостью поступающей к человеку информации и является как бы коррекцией, вносимой человеком в ответ, определяемый только информационной структурой раздражителя. Например, можно установить закономерное усиление эмоциональных состояний по мере возрастания цены решения. Показано, что при фиксированной цене решения имеется прямая связь степени эмоции от величины энтропии, остающейся к моменту необходимой выдачи решения (недостаточность информации как эмоциогенный фактор по П.В. Симонову).

Это положение делает понятным и ту связь эмоциональных состояний с описанными выше общими функциональными состояниями, особенно с состояниями адекватной мобилизации и динамического рассогласования и с рядом внутренних характеристик личности, например, уровнем тревожности, который сказывается на придаваемых значениях индивидуальной (субъективной) семантической значимости.

Из сказанного становится также ясно, что любой вид сознательной человеческой деятельности всегда в той или иной мере связан с развитием эмоциональных состояний.

При изучении эмоциональных реакций следует отчетливо различать две его формы - эмоциональное напряжение и эмоциональную напряженность.

Эмоциональное напряжение характеризует степень мобилизации функций организма для наиболее успешного выполнения той или иной деятельности и связано с волевым актом, направленным на эту деятельность, т.е. оно характеризует ту степень эмоциональных сдвигов, которые обуславливают наиболее полное развитие состояния адекватной мобилизации.

В тех случаях, когда наступает динамическое рассогласование между объективной значимостью ситуации и ее субъективной оценкой и появляются связанные с этим отрицательные изменения в двигательных и психических функциях, наступает состояние *эмоцио-*

нальной напряженности. При этом наблюдается и снижение устойчивости ряда психических функций.

Момент перехода эмоционального напряжения в эмоциональную напряженность определяет так называемую *эмоциональную устойчивость*. Чем меньше эмоциональная устойчивость, тем скорее при меньших значениях эмоционального фактора развивается состояние эмоциональной напряженности. Эмоциональная устойчивость является показателем, очень тесно связанным с таким свойством личности, как уровень тревожности, она очень низка у лиц с высоким уровнем тревожности.

Следующее качество - *эмоциональная возбудимость* - определяет быстроту развития того или иного эмоционального состояния, т.е. это качество очень близко к тому, которое характеризует эмоциональную устойчивость.

Факторы, определяющие развитие эмоциональных состояний.

На основании данного представления о сущности эмоциональных реакций становится ясным, что их развитие определяют две группы факторов - внешние и внутренние.

Внешние эмоциогенные факторы. К ним относятся прежде всего так называемые экстремальные факторы, т.е. такие, физические или информационные характеристики которых ведут к развитию крайней степени напряжения физиологических и психологических функций с полным исчерпанием всех физиологических резервов. Чем более выражена экстремальность фактора, тем выше вероятность появления выраженных степеней эмоциональных сдвигов. Характер этих сдвигов определяется видом реакции, развивающейся в результате воздействия. В случае формирования адекватной реакции, т.е. реакции, направленной на преодоление действий фактора или на поддержание необходимого уровня деятельности при продолжении действия экстремальности, как правило, наблюдается та или иная степень эмоционального напряжения.

Развитие реакции тревоги, характеризующей тенденцию ухода от экстремального фактора, неспособность к мобилизации функций ведут к появлению различных степеней эмоциональной напряженности вплоть до появления резко выраженных отрицательных эмоций.

К этой же группе факторов относятся и те, которые характеризуются очень высокой значимостью, хотя сами по себе факторы не являются экстремальными. Знак возникающей эмоциональной реак-

ции и сила ее развития в этом случае, как правило, определяется сочетанием ряда внутренних по отношению к человеку факторов.

Внутренние эмоциогенные факторы. Сами по себе эти факторы не являются эмоциогенными, они лишь сообщают тому или иному внешнему фактору необходимую степень эмоциональности. К этим факторам относятся такие, как характеристики нервной деятельности, темперамент, уровень тревожности, ригидность личности, и т.п. - они, как правило, определяют уровень реакции.

Такие факторы, как характеристика энграммных преобразований (особенности памяти, внимание), ответственные за степень знакомости с возникающей ситуацией и быстроту и скорость принятия решения, определяют не только степень развития эмоциональных состояний, но и их знак. Весьма близка к ним и такая характеристика личности, как уровень притязаний. Наконец, в эту же группу следует отнести и такие факторы, как мотивы, установки и близкие к ним характеристики типа идеалов и т.п. Наиболее выражено их влияние на эмоциональную устойчивость, которая, при положительных мотивах может быть настолько высокой, что полностью исключает появление эмоциональной напряженности.

Управление эмоциональными состояниями - одна из задач эргономики.

Можно активно управлять поведением человека - оператора, вводя те или иные эмоциогенные факторы. Например, для поддержания высокого уровня бдительности при монотонной работе операторов наблюдения и контроля воздействие на эмоциогенную сферу является наиболее эффективным. Если мы имеем дело с эмоциональной напряженностью, то здесь позиция становится иной, это состояние явно неблагоприятное, и все усилия должны быть направлены на перевод этого состояния в состояние эмоционального напряжения.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПСИХИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ, НЕГАТИВНО ВЛИЯЮЩИХ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА

В эргономике применяется понятие «праксическое состояние» — состояние, возникающее и сопровождающее рабочую деятельность человека. К праксическим относят состояния функционального комфорта, психического утомления, психического напряжения, отсутст-

вия мотивации, эмоционального стресса, монотонии, тревожности, индифферентности.

«Функциональное состояние» — комплекс наличных характеристик тех функций и качеств человека, которые прямо или косвенно обуславливают выполнение деятельности.

Выделяют две группы функциональных психических состояний, негативно влияющих на деятельность человека — «стресс и утомление».

Под «утомлением» понимают временное снижение работоспособности под влиянием длительного воздействия нагрузки. Выделяют физическое и умственное утомление, острое и хроническое, мышечное, сенсорное, интеллектуальное и т.п.

Основным фактором, вызывающим утомление, является *интегральная экстенсивностная напряженность деятельности (нагрузка)*.

Помимо абсолютной величины нагрузки, на степень развития утомления, сказывается еще ряд факторов, среди которых необходимо выделить следующие:

- статический или динамический характер нагрузки;
- интенсивность нагрузки, т.е. ее распределение во времени;
- постоянный и ритмический характер нагрузки.

Статическая физическая нагрузка при прочих равных условиях ведет к большему развитию утомления, чем динамическая, причем субъективное ощущение усталости в этом случае выражено особенно отчетливо.

Время наступления утомления и его выраженность зависят от степени интенсивности нагрузки следующим образом: при увеличении интенсивности нагрузки утомление наступает раньше, при уменьшении интенсивности нагрузки - время наступления утомления не изменяется (в последнем случае производительность труда значительно снижается).

Существует определенная оптимальная интенсивность нагрузки, при которой утомление развивается медленнее всего.

Помимо величины нагрузки существует ряд дополнительных или способствующих развитию утомления факторов. Сами по себе они не ведут к развитию утомления, однако, сочетаясь с действием основного фактора, способствуют более раннему и выраженному наступлению утомления. Эти факторы можно разбить на три больших группы:

1) микроклимат; 2) использование техники; 3) нарушение режима труда и отдыха.

К первой группе относятся: пониженное содержание кислорода во вдыхаемом воздухе, повышенное содержание углекислого газа, высокая температура среды, повышенная влажность, изменение барометрического давления и т.п.

Наибольшим разнообразием характеризуется вторая группа. Среди причин, входящих в эту группу, следует назвать изменение состава воздуха - загрязненность его различными газами (например, продуктами неполного сгорания топлива и др.); действие механических сил ведущих к вибрации, тряске, ускорениям, воздействию электромагнитных колебаний, шумов и ультразвука, изменение освещенности, неудобство рабочей позы и многое другое.

Наконец к третьей группе относятся факторы, связанные в основном с нарушением режима труда и отдыха: недостаточность времени для восстановления сил после утомления, неправильное использование перерывов между работой, непродуманное планирование работы и отдыха.

На развитие утомления сильно влияют эмоциональные факторы. Выраженность и время наступления утомления человека зависят от его общего и специального физического развития и т.п.

Среди видов утомления следует специально указать на один специфический вид, возникающий при отсутствии деятельности. Оно довольно часто встречается в современном производстве у специалистов, деятельность которых связана с приемом нерегулярно и неожиданно поступающей информации, т.е. работающих в режиме ожидания. Этот вид утомления занимает промежуточное место между общим и умственным утомлением. Чувство усталости у этих специалистов частично обусловлено статической рабочей позой, хотя в основном определяется развитием сенсорной напряженности.

Стресс определяет на физиологическом, психологическом и поведенческом уровнях особенности состояния и поведения индивида в «экстремальных условиях».

Разные уровни стресса отражены в понятиях психической напряженности, эмоциональной напряженности, реакции тревоги.

«Физиологический стресс» определен канадским физиологом Г. Селье (H. Selje) в связи с общим адаптационным синдромом, проявляющимся в виде неспецифической (не зависящей от вида стимулов) реакции организма человека на внешние воздействия.

«Психический стресс» возникает при действии «психических стрессоров», к которым относятся значения элементов ситуации, ощущаемые и переживаемые субъектом как источник дискомфорта. В.Д. Небылицин выделяет внешние и внутренние факторы стрессорности. «Внешние стрессоры» определяются:

видом воздействия, его содержательными специфическими особенностями;

продолжительностью воздействия;

интенсивностью;

объективной трудностью работы или достижения цели;

дефицитом информации или неопределённостью возможных исходов;

ограниченностью времени достижения цели;

физическими, микроклиматическими, гигиеническими и другими экологическими факторами, препятствующими деятельности.

Эффективность действия стрессоров на психику человека опосредуется «внутренними» факторами, к которым относятся:

субъективное значение воздействий;

особенности предшествующего опыта деятельности в аналогичных условиях;

уровень развития специфической и неспецифической адаптации, здоровья, выносливости, тренированности, степени развития навыков и умений действовать в данных условиях;

особенности человека — индивидуальная выносливость и диапазон функциональных возможностей отдельных систем;

степень готовности к деятельности в данных условиях;

отношение к деятельности, мотивы и степень стремления к достижению цели, волевые качества личности.

Психический стресс сопровождается изменениями функций внимания, памяти, логического мышления, психомоторики. Избирательно перераспределяются ресурсы организма — те функции, значение которых для деятельности велико, сохраняются и поддерживаются за счёт менее важных функций. В стрессе по мере его развития страдают, прежде всего, более поздние по времени формирования психические структуры человека, связанные с интеллектуальными функциями, мышлением и принятием решения.

Практический аспект изучения функциональных состояний состоит в решении вопросов обеспечения деятельности человека в широком диапазоне действующих на него факторов окружающей среды.

Оптимизация функциональных состояний в инженерной психологии, психологии труда и эргономике осуществляется путём:

рационализации процесса труда (внедрение оптимальных темпа и алгоритмов деятельности);

усовершенствования орудий и средств труда в соответствии с психофизиологическими особенностями человека;

рациональной организации и оптимизации рабочих мест и производственной среды;

оптимизации режимов труда и отдыха;

нормализации условий работы;

создания благоприятного социально-психологического климата в коллективе, повышения материальной и моральной заинтересованности работников, формирования дисциплины труда.

ЭРГОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ КЛАССИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

В процессе жизнедеятельности человек находится под сложным влиянием материальных условий окружающей среды, которые во многом определяют его активность, работоспособность и состояние здоровья. Особую опасность представляют так называемые «тихие» факторы окружающей среды (электромагнитные и электростатические поля, радиация), которые не воспринимаются непосредственно органами чувств, но весьма активно влияют на состояние человека. Факторы производственной среды имеют следующую классификацию:

1 физические

- метеорологические (температура и движение воздуха, влажность...)
- светотехнические (освещение, цветоритмы, шумы)
- бароакустические (шумы, атмосферное давление) и механические (ускорения, вибрации)
- электромагнитные (электрические и магнитные поля, атмосферное электричество)
- радиационные (ионизирующие, радиационные, тепловые)

2 химические

- естественный состав воздуха
- примеси (пары, газы, аэрозоли)

3 психофизиологические

- физическая нагрузка
- режим труда и отдыха
- нервно-психическая нагрузка
- травматизм
- монотония
- рабочая поза

4 - эстетические

- гармоничность цветовой гаммы, звуковой среды, запахов
- композиционная согласованность природного пейзажа
- композиционная целостность рабочих помещений
- композиционная согласованность оборудования

5 - социально-психологические

- совместимость и сплоченность коллектива
- СПК (в частности - конфликтность)
- особенности коммуникации.

Уровни нормирования факторов производственной среды:

оптимальный (человек способен находиться неопределенно долгое время в данных условиях, воздействие факторов не вызывает напряжения систем организма. Этот уровень предусматривается при проектировании жилых домов, школ, больниц.)

эксплуатационный (человек испытывает напряжение систем организма, пребывание в данных условиях не должно превышать времени рабочей смены)

предельно-допустимый (предполагается эпизодическое пребывание человека в данных условиях, допускается временное снижение работоспособности)

предельно-переносимый (жизнь человека обеспечивается при минимальной деятельности; допустим только в аварийных ситуациях)

Медико-физиологическая классификация тяжести работ выделяет 6 категорий:

оптимальные условия;

предельно-допустимые;

неблагоприятные, вызывающие пограничные состояния систем организма;

неблагоприятные, вызывающие предпатологические состояния систем организма (включаются компенсаторные механизмы) ;

патологические состояния к концу смены;

патологические состояния в начале смены;

Так, например, в 6 баллов оценивается температура 35° на рабочем месте, ходьба на рабочем месте до 17 км за смену, шум, превышающий предельно допустимый в 10 раз и сопровождающийся вибрациями. В 5 баллов оценивается тяжесть работы, требующей принятия рискованных решений при дефиците времени или ответственности за безопасность ценностей и людей.

Существуют следующие способы защиты оператора:

активная защита (выявляется источник и ликвидируется, или изолируется его действие на оператора);

пассивная защита:

- общая всего помещения (например, использование шумопоглощающих перегородок);
- индивидуальная (например, спецодежда, вентиляция рабочего места)

Безопасность СЧТС - характеристика эргономичности СЧТС, отражающая общую безопасность здоровья, деятельности человека и технических средств в данной среде.

Информационно-психологическая безопасность - состояние СЧТС, отражающее защищенность человека или группы людей от негативных информационно-психологических воздействий.

Воздействие факторов окружающей среды — явление комплексное, представляющее собой интегральное (неразрывно связанное) целое. Факторы могут либо нивелироваться, взаимно компенсироваться с точки зрения физиологии и психологии, либо накладываться один на другой, взаимно усиливая друг друга. Чаще всего трудно выделить факторы, имеющие решающее значение для оптимального состояния человека. Дополнительные трудности при оценке среды создают значительные различия и индивидуальные особенности человеческого организма. Разные люди весьма различно реагируют на влияние одних и тех же раздражителей, действующих с одинаковой интенсивностью. Индивидуальная восприимчивость и зависящий от нее уровень сопротивляемости организма по отношению к физическим и химическим воздействиям изменяются под влиянием внешних условий и внутренних факторов. В этом процессе весьма важная роль принадлежит адаптации, т.е. приспособляемости организма к окружающим условиям, а также тренировкам и выработке трудовых навыков.

Влияние факторов и их элементов на организм человека можно классифицировать по 3-м состояниям: *прямое, опосредованное и косвенное*.

Например, к прямому воздействию климата на организм человека можно отнести ощущения, которые он испытывает, находясь под открытым небом — они определяют его тепловое состояние, поведение, заболеваемость и т.д. Климат оказывает непосредственное влияние на принятие того или иного объемно-пространственного решения в архитектурном проектировании, выбор конструктивных и отделочных материалов и т.д.

Опосредованное воздействие климата — психофизиологические реакции — важны и интенсивны, но и они сами, и их источники (температура и влажность, ветровой режим, осадки, химический состав воздуха и солнечная радиация) могут быть так или иначе деформированы санитарно-техническими средствами, избранным режимом труда и отдыха и т.д. К косвенному воздействию относят влияние климата на микроорганизмы, растительность и животных, которое в свою очередь влияет на здоровье человека.

Реальные технические возможности мониторинга (контроля) окружающей среды и регистрации физиологического состояния организма диктуют необходимость введения некоторых условностей с дифференциацией (разделением, расчленением целого) по группам и элементам.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ И ЗАДАЧИ ЦВЕТА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

Пространство и формы объектов среды жизнедеятельности воспринимаются человеком через освещение, а также благодаря различиям в цвете. Понятие «свет» и «цвет» неразделимы как в физике, так и в психофизиологии.

Цветовым решениям зачастую уделяется второстепенное значение. Между тем, цвет - один из важнейших источников информации. Он перенасыщен символическими и эмоциональными качествами и настолько сильно влияет на психическое и физиологическое состояние человека, что игнорировать его значение невозможно.

Естественный свет, считающийся белым, по физическому закону преломления раскладывается с помощью стеклянной призмы на

цвета спектра от красного до фиолетового. Эти определенные цвета называются спектральными, или хроматическими. Поверхности объектов по-разному отражают излучения: одни лучи — в большей степени, другие — в меньшей. Лучи, отраженные с определенной длиной волны, определяют цвет поверхности. Если поверхности отражают все лучи спектра примерно в одинаковом соотношении (так, как они присутствуют в не разложенном призмой белом свете), то их называют ахроматическими (бесцветными). Это белый, черный и различные градации серого цвета.

Цвет, как один из важнейших компонентов среды обитания человека, в проектной практике организуется в соответствии с конкретными условиями и учетом психофизиологии, психологии и эстетики. Задачи, решаемые с помощью цвета можно разделить на три группы:

- цвет как фактор психофизиологического комфорта;
- цвет как фактор эмоционально-эстетического воздействия;
- цвет в системе средств визуальной информации.

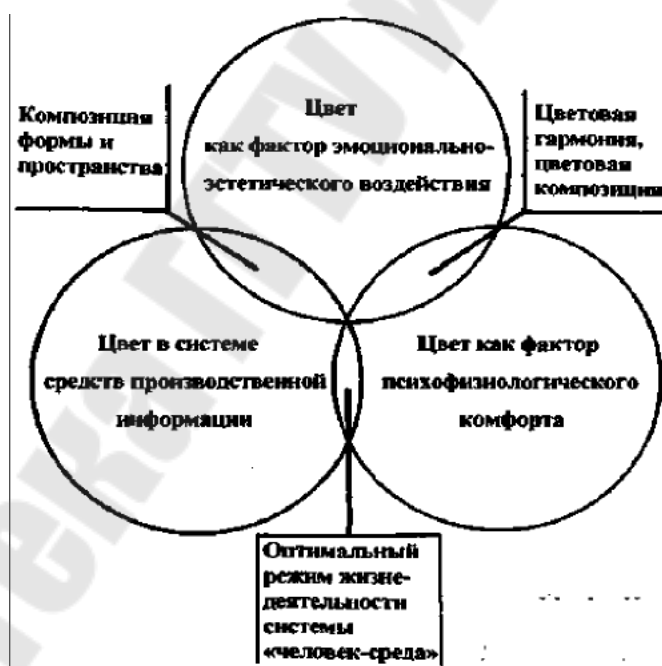


Рис. 14. Основные задачи, решаемые с помощью цвета

Для случая производственной среды в классификации факторов и задач можно выделить следующие подгруппы.

Участие цвета в создании психофизиологического комфорта:

создание комфортных условий для определенной зрительной работы (оптимальное освещение, использование физиологически оптимальных цветов и т.д.);

создание комфортных условий для функционирования организма (в т.ч. компенсация с помощью цвета неблагоприятных воздействий трудового процесса, климатических и микроклиматических условий).

Задачи второй группы (эстетические аспекты цвета), неотделимые от проблем первой, подразделяются на самостоятельное эстетическое воздействие цвета и цветовых гармоний на человека, а также использование цвета как средства композиции (увязка цветового решения с объемно-пространственной композицией, интерьером в целом и т.д.).

Участие цвета в организации системы средств производственной информации:

информация об особенностях техники безопасности (с учетом четкого разграничения знаков и цветов по функциям);

информация о технологии и процессе труда, облегчение ориентации в производственном оборудовании;

информация об организации производства и улучшении ориентации в производственной среде в целом.

Средство информации	Ориентация в рабочем оборудовании То же, в производственной среде	Создание оптимального фона для объекта обработки Выделение предметов и объектов, различных по функции Применение сигнальных цветов и знаков безопасности Обозначение отдельных функциональных зон Кодирование и маркировка коммуникаций
Фактор психологического комфорта	Физиологическое воздействие Воздействие на психику	Создание оптимальных соотношений по яркости и цветности Компенсация неблагоприятных воздействий среды Создание положительного эмоционального фона
Средство композиции	Самостоятельное воздействие цвета, фактуры, текстуры Выявление объемно-пространственной композиции	Красота отдельных фактурных полей Применение гармоничных цветофактурных сочетаний Выявление композиционных особенностей оборудования, помещения

Рис. 15. Функции светоцветового решения

Используя светоцветовые эффекты, различные технические приемы для их создания можно обеспечить не только негативные, но и позитивные психофизиологические реакции человека, повлиять на его эмоциональное состояние, эстетические переживания.

Использование цвета как фактора психофизиологического воздействия основывается, в частности, на цветовых ассоциациях и предпочтениях (табл. 1). Однако следует помнить, что эти данные ориентировочны и могут меняться с изменением чистоты цвета, сочетания цветов, условий освещения и других параметров конкретной проектной ситуации. Основные характеристики светоцветового решения выбираются также с учетом таких психофизиологических особенностей людей, для которых предназначается среда или объект, как возраст, пол, профессия, национальность и пр.

Холодные цвета (голубой, зеленый, желтый) действуют успокаивающе на человека. Холодная гамма расширяет пространство, способствует сосредоточенности и самоуглубленности.

Теплые цвета (красный, оранжевый) действуют возбуждающе, тонизируют, повышают работоспособность.

Темные цвета оказывают угнетающее действие на психику.

Коричневый цвет способствует улучшению исполнительских функций, синий повышает активность головного мозга и снижает аппетит, желтый и оранжевый поднимают настроение и стимулируют возникновение нестандартных решений, зеленый и голубой успокаивают, позволяют сосредоточиться.

Долгое воздействие красного вызывает возбуждение, переходящее в агрессивность, но его небольшие акценты разбудят активность сотрудников. Розовый цвет чрезмерно расслабляет. Фиолетовый и черный угнетающе действуют на психику. Белый - нейтрален, но дает ощущение чистоты.

Также стоит учитывать иные тонкости. Чем выше интеллектуальный уровень сотрудников, тем более сложные оттенки они предпочтут. Тяга к спокойным цветам увеличивается с возрастом. Важны и особенности темперамента. Флегматиков тонизируют акценты красного и оранжевого, холериков успокоит сине-зеленая гамма.

Физиологическое воздействие цвета составляет первый, или низкий, уровень влияния цвета, тогда как психическое воздействие - второй, высокий уровень его влияния.

АССОЦИАЦИИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ВОСПРИЯТИИ ЦВЕТОВ

Исследования показывают, что для отдельных цветов существуют некоторые ассоциации и представления, характерные для множества людей.

Белый цвет в больших количествах способен вызывать неуверенность, унылые мысли, даже депрессию и страх. В помещениях белого цвета люди чаще ощущают холод.

Синий тоже является цветом прохлады, но вместе с тем ассоциируется с ясным весенним небом и водой. В помещении, где очень жарко, синий создаст ощущение свежести, маленькую комнату сделает визуально больше. Синий напомнит о море, соленом ветре в воло-

сах, об огромных просторах и дальних дорогах, придаст бодрости и энергии.

Слишком большое количество синего цвета способно создать ощущение подавленности и неуверенности в себе.

Фиолетовый - звездная ночь, воздух, пахнувший тропическими цветами. Фиолетовый загадочен, экстравагантен, но он не пугает.

Желтый и оранжевый - цвета солнца. Теплые, яркие, они ассоциируются с югом, летом, а значит и с отдыхом. Желтый (не ядовитый и не яркочанареечный) расслабляет, оранжевый поднимает настроение. Но тут важно придерживаться золотой середины - яркие цвета в больших количествах не приятны для глаз и могут даже вызвать головную боль.

Розовый говорит об инфантилизме, незащитности, наивности. Розовый в больших количествах раздражает и утомляет. Он уместен среди детей.

Красный - очень агрессивный цвет. Это цвет жизни, но если он доминирует вокруг вас, то все - и вы сами - очень скоро станете раздражительными, нервными. Нельзя слишком долго находиться рядом с сигналами опасности, раздражителями, вызывающими злость. А именно таким и является красный цвет в больших количествах.

Зеленый, это цвет природы. Зеленый поможет расслабиться, успокоит расстроенные нервы, уймёт излишнее волнение.

Коричневый - спокойный цвет. Он дарит ощущение надежности, спокойной силы. Темно-коричневый в больших количествах приводит к мрачности, а вот светло-коричневый поможет почувствовать себя защищенными

Черный - цвет ночи, тайны, опасности. Темнота, чернота, пугают нас. И ни один человек не окружит себя черным в больших количествах: это подавляет волю, вызывает фобии и страхи. Черный в сочетании со светлым - еще и деловой, строгий цвет, отсюда такая популярность черных аксессуаров.

Далее надо отметить, что сочетания двух или трех цветов приобретают различные тоновые зависимости, и их суммарное психологическое воздействие на человека вызывает другие ассоциации и ощущения.

При восприятии у человека возникают ассоциации распределения цвета в природе: светло-голубые цвета вызывают у людей ассоциации с небом или движением вверх, тогда как теплые оттенки, а также зеленые и красно-оранжевые цвета ассоциируются с землей или движением вниз. В настоящее время имеется достаточно научно-исследовательских экспериментальных данных об особенностях психологического воздействия на человека.

Таблица 1

Характер вероятных ассоциаций, возникающих при восприятии цветов

Наименование цветов	Характеристика цветов по ассоциации								
	Теплые	холодные	легкие	тяжелые	Отступающие	Выступающие	Возбуждающие	Угнетающие	Успокаивающие
Спектральные									
красный	+			+		+	+		
оранжевый	+					+	+		
желтый	+		+			+	+		
желто-зеленый	+		+						+
зеленый					+				+
зелено-голубой			+		+				+
голубой			+		+				+
синий				+					
фиолетовый				+	+			+	
пурпурный	+			+		+	+		
Ахроматические цвета									
белый			+						
светло-серый			+						
темно-серый				+				+	
черный				+				+	

Новые научные исследования по психосоциологии цвета показывают, что предпочитаемость цветов, помимо прочего, может зависеть от моды на цвета и цветовые сочетания; наблюдается известная разница в предпочитаемости цветов у мужчин и женщин; исследованы данные по "общечеловеческим" цветовым предпочтениям: насыщенные цвета нравятся больше приглушенных, а пастельные цвета - больше насыщенных и т.п.

Правильное применение цвета в проектировании промышленного интерьера или изделия невозможно без учета всех этих факторов.

ЦВЕТОВОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ

Техническая эстетика, как раздел эргономики, изучает общественную природу и закономерности художественного конструирования оборудования и производственных ансамблей. Задачи техниче-

ской эстетики - обеспечить создание удобных, красиво оформленных орудий производства, машин и аппаратов, художественное и цветовое оформление производственных помещений и наружных установок, пультов управления и рабочих мест; выделение художественными средствами транспортных проездов, проходов, мест складирования, зон отдыха и т. п. Цветовое оформление производственного помещения выполняется на основе общего архитектурно-композиционного решения с учетом физиологического воздействия цвета, особенностей выполняемых работ и географического расположения предприятия.

Цветовое решение внутренней отделки помещения должно соответствовать климатической зоне, ориентации по сторонам света, особенностям технологического процесса и т.д. Освещение и цветовое оформление производственных помещений при правильном решении и удачном сочетании оказывают благоприятное влияние на настроение и работоспособность человека, рост производительности труда и снижение числа и тяжести производственных травм.

Окраска интерьера в значительной степени зависит от характера труда. При выполнении работ, связанных с большими физическими или нервными нагрузками, а также в цехах с высоким температурным режимом рекомендуется окрашивать стены производственных помещений в светлые тона голубых, серо-голубых, зеленых и других холодных, спокойных цветов с невысокой насыщенностью. Помещения для работы с незначительными напряжениями или для монотонного труда целесообразно окрашивать в более яркие, бодрящие цвета, каковыми являются желтый, желто-зеленый, оранжевый. Цветовое оформление интерьера производственных помещений должно выполняться с учетом окраски оборудования.

С помощью цветовой коррекции можно исправлять некоторые дефекты интерьера. Например, длинное, узкое помещение можно сделать более "широким", если замыкающую стену окрасить в теплые цвета, а боковые стены сделать бледными, холодными.

Проектирование цветового решения интерьера основных технологических цехов следует выполнять в соответствии с «Указаниями по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленник предприятий» (СН 181-70), в которых приведены таблицы для выбора цветовой гаммы для окраски интерьеров, соответствующей технологическому процессу и характеру труда.

Научно обоснованное применение цвета при оформлении производственных помещений снижает утомляемость и способствует повышению производительности труда.

Использование же цвета в качестве закодированного носителя информации об опасности позволяет предупредить несчастные случаи на производстве.

Эстетическая функция цвета в производстве дополняется его информационной нагрузкой, используемой при маркировке коммуникаций, организации производственной информации и безопасности труда.

Государственным стандартом закреплены следующие значения цветов "Цвета сигнальные":

Красный (красный круг с белой полосой) - запрещение, опасность или средство пожаротушения;

Желтый (желтый треугольник с нанесенной на нем опасностью) - предупреждение, осторожность;

Зеленый (зеленый круг, внутри которого помещен белый квадрат с предписывающей информацией) - предписание;

Синий (синий прямоугольник с белым квадратом в середине) - указания, информация.

Основные правила цветового оформления производственных помещений заключаются в следующем: в любом производственном помещении должно быть светло, стены и потолки должны быть окрашены в светлые тона при относительно небольшой насыщенности и высоком коэффициенте отражения. Необходимо использовать также контрасты между теплыми и холодными тонами (если стены окрашены в теплые тона, то оборудование - в холодные, и наоборот).

В помещениях с окнами, выходящими на юг, а также в помещениях с избытком солнечного света рекомендуется преимущественно использовать зеленые, зелено-голубые и голубые цвета. В помещениях с окнами, выходящими на север, и в помещениях, где ощущается недостаток дневного света, следует использовать светлые оттенки желтых и оранжево-желтых цветов.

При выборе цвета для оформления помещений и оборудования надо ориентироваться прежде всего на те цвета, которые отражают не менее 40 - 50% падающего на них света. В соответствии с этим предлагается для оформления цехов использовать следующие цвета: для потолков железобетонных перекрытий, а также для металлоконструкций - белый, светло-лимонный; для стен, перегородок - белый, светло-

зеленый, светло-голубой, светло-желтый, бирюзовый и другие светлые тона. Эти цвета будут способствовать увеличению освещенности и, следовательно, меньшему зрительному напряжению работающего, снижению утомляемости, повышению производительности труда и качества работы. Окраска помещений в светлые тона дает также экономии электроэнергии.

При цветовой отделке оборудования выделяют движущееся оборудование (кабины кранов, тележки, электрокары и т. п.) - красным с черным или желтым с черным полосами; перемещающиеся части станков (агрегатов) - цветом, отличающимся от основного тона окраски станка (агрегата); кнопки и рукоятки управления и опасные части машин и агрегатов - цветами техники безопасности. Противопожарное оборудование - в красный цвет. В различные цвета окрашиваются трубопроводы, баллоны: воздухопроводы в голубой, водопроводы для технической воды в черный, маслопроводы в коричневый, баллоны для кислорода в голубой, баллоны для углекислого газа в черный.

При пестрой яркой гамме цветов обрабатываемого материала, требующего длительного наблюдения, предметы окружающего фона целесообразно красить в малоконтрастные цвета. Если же обрабатываемый материал имеет слабонасыщенный хроматический цвет, то предметы окружающего фона рекомендуется красить в среднеконтрастные цвета. При сером цвете обрабатываемого материала или предмета целесообразно создавать фон зеленых оттенков. Таким образом, для обеспечения контраста рассматриваемый предмет должен быть светлее или темнее фона.

При создании оптимальной цветовой производственной среды, помещения, являющиеся большими полями адаптации для работающих, следует окрашивать в светлые цвета малой насыщенности, расположенные в средневолновой зоне, к которой относятся оранжево-желтый, желтовато-зеленый, зеленый, голубовато-зеленый, зеленовато-голубой и голубой цвета.

Потолки и самый верх стен должны быть белыми. Белый цвет повышает эффективность и равномерность освещения. Только при небольшой высоте помещений можно красить потолок в белый цвет с голубым оттенком.

Опорные столбы, колонны и балки рекомендуется окрашивать в цвет стен.

Металлические и строительные конструкции внутри помещения, расположенные под потолком, следует иллюминировать.

Пол должен быть достаточно светлым, особенно в тех помещениях, где предъявляются требования к чистоте. Темные полы поглощают много света.

Окраска станков, приборов, деталей должна обеспечивать оптимальный контраст с цветом, обрабатываемого материала, способствовать лучшей видимости и распознаванию. Для окраски верхней части станка используются цвета из оптимальной и субоптимальной группы, такие, как светло-желтый, светло-зеленый, светло-зелено-голубой. Станина окрашивается в те же цвета, но большей чистоты и меньшим коэффициентом отражения.

Покрытия станков не должны быть блестящими, так как высокая блесккость создает дискомфорт и приводит к быстрому утомлению.

Матовых шероховатых поверхностей следует избегать, так как их трудно содержать в чистоте.

Стены помещений и индивидуальные кабины, в которых работают электросварщики, для уменьшения коэффициента отражения излучения коротковолновых участков спектра необходимо окрашивать в оранжево-желтый, зеленовато-желтый и желтый цвета средней чистоты, с коэффициентом отражения не более 40-50%. Это связано с тем, что при электросварке происходит значительное выделение ультрафиолетовых лучей, которые вредно действуют на зрительно-нервный аппарат человека, а при больших дозах и на кожный покров.

Производственное оборудование во избежание монотонности в оформлении не должно окрашиваться в цвет стен.

Белый цвет может быть применим только тогда, когда он в целях нейтрализации контраста расположен между двумя "агрессивными" тонами или когда при его посредстве оформляется какая-то поверхность, которая специально должна привлекать внимание (указатель, предостережения).

Мусорное ведро или урну для отбросов следует ставить на окрашенный в белый цвет круг или квадрат. Тогда урной будут пользоваться осторожнее, так как белая окраска психологически удерживает от загрязнения.

При выборе цвета и его сочетаний для цветового оформления, наряду с физиолого-гигиеническими, психологическими и эстетическими требованиями, следует учитывать также следующие функционально-технические факторы:

назначение объектов, вид и продолжительность преобладающей трудовой деятельности человека (завод, цех, депо, школа, больница и др.);

характер зрительной работы (при установлении характера зрительной работы следует руководствоваться СНиП);

категория работ, общий характер работ, продолжительность нахождения людей в помещениях (легкие, средней тяжести или тяжелые работы).

Категории работ и соответствующую им характеристику производственных помещений следует принимать согласно:

1) климатическим и географическим условиям расположения различных объектов, подлежащих цветовому оформлению (температура, влажность, световой климат района и т.д.);

2) светораспределению, интенсивности и цветности излучения осветительной установки (естественное и искусственное освещение, необходимая величина освещенности в помещении, требования точности цветопередачи и т.д.). Необходимая величина освещенности в помещениях устанавливается в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями и технологическим назначением помещений (пылевыделение, газообразование, высокие или низкие температуры, количество и характер производственных отходов и т.д.);

особенности объемно-пространственной структуры и назначение окрашиваемых элементов и оборудования (абсолютные размеры и пропорции помещений, форма и расположение помещений, степень насыщенности оборудованием и коммуникациями, потолок, стены, пол, станина, движущиеся части станков);

требования безопасности (сигнально-предупредительная окраска, знаки безопасности и т.д.).

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА

Знание свойств человека — оператора, его недостатков и преимуществ позволяет грамотно спроектировать эргатическую систему, сделать её эффективной и надёжной.

Описывают характеристики человеческого тела в терминах механики. Используются аналогии для анализа параметров тела:

кости — структурные члены, центральные оси, плечи рычагов; тело — объёмы, массивы;

суставы — несущие поверхности и сочленения; суставная жидкость — смазка;

мышцы — моторы, амортизаторы или фиксаторы;

нервы — схемы управления и обратной связи;

органы — генераторы, потребители;

сухожилия — тросы, передающие силы тяги;

ткань — эластичные, несущие нагрузку поверхности и пружины.

При инженерно-психологическом рассмотрении биомеханических систем используются физико-математические модели, включающие кинематические цепи, динамические особенности взаимодействия мышц и скелета, особенности позы человека — оператора, распределения нагрузок во время выполнения рабочих и управляющих движений. Биомеханический анализ позволяет определить оптимальные соотношения дающие возможность выполнять рабочие движения с минимальными затратами энергии.

Человек является сложной информационно-управляющей системой, и его можно в первом приближении рассматривать в качестве физической системы, обрабатывающей информацию.

С инженерной точки зрения человек как приёмник и передатчик информации довольно несовершенное устройство. Он обладает узким диапазоном восприятия посредством сенсорных систем изменений физического мира, низкой пропускной способностью, которая легко исчерпывается как при приёме, так и при передаче информации. Моторные выходы человека обладают невысоким быстродействием. Его силовые возможности ограничены.

Человек как вычислительная система, напротив, превосходит все существующие технические системы по возможностям параллельной обработки информации и способности решать задачи методом логической индукции. Многие свойства психики человека по настоящее время не реализованы в технических системах, в том числе и такие, как сознание и интеллект, несмотря на то, что работы в этом направлении ведутся не один год.

Человек как управляющее устройство характеризуется очень высокими способностями к адаптации при решении сенсомоторных и других задач, не выходящих за ограничения его памяти, сенсорных и двигательных систем.

ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧЕГО МЕСТА НА ПРОИЗВОДСТВЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЭРГОНОМИКИ

Промышленное предприятие - организованная система производственных участков (цехов), каждый из которых имеет строго определённые функции и должен дать определённые производственные и экономические показатели.

Производственный цех состоит из определённого количества рабочих мест, т.е. самостоятельных производственно-хозяйственных единиц, выполняющих отдельные фазы производственно-хозяйственного процесса или вспомогательные функции. **Эргономические требования к ним определяют конструкцию, организацию и компоновку рабочих мест.** Эти производственно-хозяйственные единицы должны быть оборудованы и организованы таким образом, чтобы работник при минимальном расходе энергии достигал наилучших технико-экономических показателей. Рабочее место является наименьшей производственной единицей. Его характерными элементами являются: *труд человека, материалы и орудия труда*; учитывая, что материалы и орудия труда обозначаются общим термином «средства производства», можно считать, что рабочее место определяется как система «человек—средства производства».

Итак, можно сказать, что на рабочем месте протекают производственные процессы, которые мы определим как процессы целенаправленного воздействия человека на материал при использовании соответствующих машин или инструментов в соответствии с заранее предусмотренными способами обработки (рис. 16).

Конструктивные свойства технических средств деятельности должны быть согласованы с возможностями человека выполнять рабочие операции в нормальных и аварийных условиях. Этого можно достичь, если учитывать антропометрические, биомеханические, психофизиологические и другие свойства работающего человека, требования техники безопасности, соблюдать санитарно-гигиенические нормы и требования, а также требования технической эстетики. При организации рабочих мест необходимо руководствоваться принципом экономичности, который ориентирует на оптимизацию факторов, связанных с особенностями технологии (использование оптимальных технических средств, уровень автоматизации и т.п.), организации труда (специализация, кооперация, совмещение профессий, сменность и т.п.), экономичности использования материальных ценностей и ресурсов (площадей, материалов, электроэнергии и т. п.). При оснащении рабочего места, выборе его габаритных размеров следует соблюдать модульный (функционально-узловой) принцип, предполагающий использование единой для данного типа рабочих мест базовой конструкции.

Предусматривают также возможность включения в рабочее место дополнительных технических средств и варианты их размещения.

Это определение включает понятие организации рабочего места. Человек, машина и материалы должны быть соответствующим образом подобраны, находиться в соответствующем месте, оснащены соответствующими средствами обработки, средствами транспорта и т. д.

Подбор людей, материалов и машин или инструмента с целью выполнения требуемой работы за минимальное время и наиболее экономичным способом, позволяющим освободить людей от тяжелой или опасной работы, называется **организацией труда**.

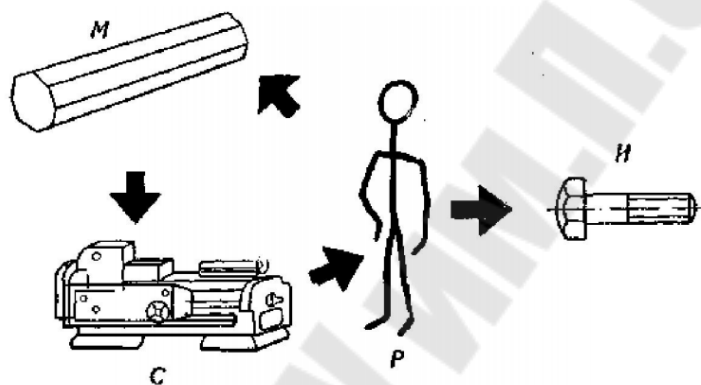


Рис. 16. Основные элементы производственного процесса С—станок; М— материал; Р—работник; И — изделие

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА, ВЛИЯЮЩИЕ НА ОРГАНИЗАЦИЮ РАБОЧЕГО МЕСТА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЭРГОНОМИКИ

1. **Материал.** Правильный выбор материала для производственного процесса играет весьма важную роль. Так, выбор в качестве исходного материала для производственного процесса надлежащих полуфабрикатов или заготовок — в виде отливок или сварных конструкций — может полностью изменить весь ход производственного процесса. Точно так же химический состав материала (например, чугуна или цветных металлов) может повлиять на форму отливок, способ их закрепления, условия механической обработки и т. п.

Выбор материала имеет решающее значение при определении технологии производственного процесса, его трудоемкости, времени обработки и стоимости. Отсюда вытекает, что анализ производственного процесса на рабочем месте с целью его рационализации следует

начинать именно с анализа используемого материала или даже с изучения его физико-химических свойств.

2. **Машина.** Машина, инструмент и организация труда на рабочем месте используются для переработки материала в конечный продукт. Технолог (а в некоторых случаях мастер) должен не только знать станки и приспособления, которые находятся в его распоряжении, но и их полные технические характеристики. В том случае, если разрабатывается проект оснащения металлообрабатывающими станками новых предприятий или проект замены старых станков на новые, следует выбирать наиболее новые виды оборудования. На выбор соответствующих машин и агрегатов оказывают влияние объем и стабильность производства, межремонтный ресурс оборудования и т. д.

3. **Человек.** Человек целенаправленно воздействует на материал с помощью машин и инструмента, создавая готовые изделия. От отношения человека к средствам производства зависят не только результаты его трудовой деятельности, но и обратный процесс: воздействие производственного процесса на человека, на развитие его сознания и психики.

До недавнего времени основное внимание уделялось, прежде всего, подготовке людей к выполнению работы на определенном рабочем месте. При этом использовались широко известные методы профессионального отбора и обучения. Поворотной точкой в таком традиционном понимании взаимного приспособления человека и труда стало изменение самой цели, которая теперь определяется, как «приспособление труда к человеку».

При этом можно выделить три этапа:

- Приспособление машины к человеку. Конструкция машины должна облегчать ее обслуживание и контроль, повышать эстетику рабочего места и внутреннего вида цехов и т. д.
- Метод работы, т. е. наиболее рациональный метод обработки материала и условия труда, при которых снижается расход энергии работника и сводится к минимуму его утомление.
- Эргономика-научное исследование отношений между человеком и средствами производства с целью приспособления труда к человеку при полном ограждении человека от отрицательных последствий труда.

Уже из краткого перечня этих этапов легко заметить, насколько сложным является наиболее простое рабочее место и насколько труд-

ной оказывается комплексная разработка его оборудования и организации.

Организация рабочего места уже давно перестала быть сферой деятельности только инженера. В этой области работают также врачи, психологи, физиологи, педагоги, социологи, специалисты по технике безопасности, архитекторы, скульпторы и т. д.

ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧИХ ДВИЖЕНИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧЕГО МЕСТА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЭРГОНОМИКИ

Важнейшим компонентом исполнительской деятельности являются *рабочие движения*. Существенной особенностью рабочих движений является их предметно-целевой характер. В каждом рабочем движении можно выделить четыре формы: механическую, физиологическую, психологическую, по функции в рабочем процессе.

Механическая форма определяется следующими параметрами: пространственными, характеризующимися амплитудой (длиной), траекторией, направлением (поступательным, вращательным), степенью симметричности; временными, обусловленными скоростью, ускорением, темпом, ритмом, цикличностью или ацикличностью; силовыми, характеризующимися величиной и направлением усилий, развиваемых основными работающими группами мышц при взаимодействии с предметами и средствами труда; точностными (во времени, пространстве, по силе и т. п.).

Физиологически рабочие движения обеспечиваются двумя простейшими формами мышечной активности: динамической (собственно движение) и статической (поддержание рабочей позы). В конкретных рабочих ситуациях двигательная деятельность более сложна. Она включает элементы статики и динамики в различных количественных и качественных соотношениях.

Рациональная организация рабочих движений создает условия для снижения утомления и резервы для повышения работоспособности человека, увеличения производительности труда. Взаимодействие принципов экономии движений с основными их характеристиками реализуется в виде ряда практических рекомендаций по организации рабочих движений (табл. 2 - 5). В. Ф. Тейлор (1883 г.) первым использовал аналитические методы при исследовании труда, подразделяя задание, даваемое работнику, на отдельные элементы и рассматривая

каждый из них в отдельности. Результаты этих исследований легли в основу «нормирования труда». Примерно в то же время Франк и Лириан Гилбрет разработали точную методику анализа рабочего процесса, основанную на разделении «операций» на простейшие элементы, так называемые рабочие движения, которые затем исследовались каждое в отдельности и во взаимной связи одно с другим, после чего исключались ненужные элементы, а из оставшихся строилась новая операция.

Такая новая операция уже характеризуется лучшим взаимным сочетанием рабочих движений и наиболее целесообразной их последовательностью.

В 1930 г. А. Г. Могенсен разработал методы рационализации труда, направленные на выявление наилучших и наиболее простых способов выполнения различных работ, начиная от простых ручных работ и кончая реорганизацией всего производства на предприятии.

Г. Б. Мейнард на основании проведенных исследований по организации производства пришел к выводу, что для повышения производительности труда недостаточно одного только анализа рабочих движений, а необходимо привлечь весь комплекс известных и уже опробованных методов. Такое комплексное улучшение методов работы Мейнард назвал «проектированием рациональных методов работы».

Целью «проектирования методов работы» является разработка образцового способа выполнения отдельных элементов работы. Основными этапами метода Мейнарда является: анализ, синтез, нормализация решающих факторов производства и установление норм времени.

В Институте экономики и организации труда разработана методика нормализации для основных рабочих мест. Эта методика основана на выводах эргономических исследований, проведенных для наиболее распространенных видов рабочих мест, например рабочего места газосварщика, слесаря и др.

Методика нормализации рабочих мест возникла в условиях массового производства и в последнее время благодаря использованию электронных вычислительных машин может быть с успехом внедрена в целые отрасли промышленности и распространена на различные виды рабочих мест во всех отраслях производства. *При выборе метода исследования производственного процесса необходимо учитывать следующие факторы: производственный участок, длительность*

производства данного изделия, производственные затраты на данном участке и периодичность выпуска данного изделия.

Принципы экономии движений. Все специалисты, работавшие в области исследования движений, видели конечную цель своей деятельности в разработке общих принципов улучшения работы, называемых «принципами экономии движений». Гилбрет предположил 20 принципов, профессор Варне—22 принципа, причем принципы, предложенные обоими учеными, сформулированы различным образом и имеют несколько отличное значение. Знание этих принципов облегчает работу организаторов производства, как при разработке новых методов, так и при оценке уже используемых на практике методов производства.

Рассмотрим шесть общих принципов экономии движений, к которым можно свести все остальные:

Одновременность и симметричность движений.

Экономичность движений.

Непрерывность и плавность движений.

Правильное перемещение (транспортировка) грузов.

Ритмичность работы.

Преимущественное использование свободных, а не контролируемых движений.

Все эти принципы взаимосвязаны и их следует рассматривать в комплексе.

Одновременность движений. Проведенный анализ трудовых процессов показал, что в большинстве случаев работник действует только одной рукой, используя другую лишь для удержания обрабатываемого изделия. Использование при работе обеих рук позволяет не только повысить производительность труда, но и уменьшить утомление, вызываемое перегрузкой мышц одной из рук. В данном случае следует придерживаться следующих правил:

а) обе руки должны начинать и оканчивать движение в одно и то же время;

б) движения обеих рук могут иметь противоположные направления при условии, что эти движения будут симметричными;

в) обе руки могут бездействовать только в период отдыха.

Критерием этого метода работы служит производительность труда. Слепой метод письма на машинке и другие виды работ, выполняемых без визуального контроля движений рук, обеспечивают более высокую производительность труда, снижая в то же время утомляе-

мость. Утомление в этом случае вызывается непрерывным наблюдением за работой одной или обеих рук. При выполнении даже такой простой работы, как укладка деталей, требуется взглядом выбрать требуемую деталь, определить ее положение, чтобы можно было легко схватить ее, следить за ее перемещением и вновь проконтролировать взглядом правильность укладки этой детали, например, в ящик. При более сложных видах работ обе руки действуют часто в слишком удаленных друг от друга зонах, чтобы можно было одновременно следить за их работой. В итоге контролируется движение только одной руки, а другая в это время бездействует. Движение головы и глаз всегда вызывает утомление, а в особо сложных ситуациях приводит к снижению производительности труда. Отсюда вытекают следующие дополнительные правила:

г) организация рабочего места должна обеспечивать автоматичность движений и не требовать участия органов зрения;

д) с целью уменьшения зоны действия рук и движений глаз следует размещать требуемые для обработки изделия вблизи рабочей зоны.

Экономичность движений. Движения должны быть экономичными, т. е. всегда наиболее простыми. На практике принято подразделять движения на пять классов:

Движения пальцев.

Движения пальцев и руки.

Движения пальцев, руки и предплечья.

Движения пальцев, руки, предплечья и плеча.

Движения пальцев, руки, предплечья, плеча и всего тела.

Физиологи установили, что утомление, возникающее в процессе работы, зависит от: 1) количества мышц, принимающих участие в работе, и 2) физической нагрузки, приходящейся на отдельные мышцы.

Из предыдущих рассуждений следует, что более простые движения (классы 1, 2 и 3) требуют меньше времени и усилий, вызывают меньшее утомление и позволяют работать сидя. Поэтому при организации рабочего места следует так располагать изделия и инструменты, чтобы работник мог использовать только наиболее простые движения (вплоть до класса 3). Если это оказывается невозможным и требуется использовать движения классов 4 или 5, следует обеспечить соответствующее положение тела, располагать детали и инструменты на высоте рабочего поля и т. п.

Непрерывность и плавность движений. Непрерывные и плавные (по дуговой линии) движения более экономичны, чем прямолинейные с резкими изменениями направлений. Из практики известно, что работа, требующая прямолинейных движений с резкими изменениями направлений, отнимает на 20% больше времени, чем работа, связанная с выполнением лишь плавных движений. В первом случае раньше появляется усталость мышц или требуется большее психическое напряжение.

Перемещение (транспортировка) грузов. При перемещении какого-либо предмета (материала, инструмента) мышцы работника должны выполнить определенную работу, связанную с преодолением силы тяжести. В результате возникает усталость, степень которой зависит от:

- а) расстояния (пути), которое преодолевает рука, переносящая предмет;
- б) веса предмета и способа его перемещения.

Чаще всего встречается такой способ перемещения предмета: работник берет данный предмет, поднимает его, переносит на некоторое расстояние и опускает в определенном месте. В начале движения работник сообщает предмету ускорение, в конце же движения он должен начать торможение, чтобы поместить этот предмет в надлежащее место. Совершенно очевидно, что как перемещение предмета, так и сообщение ему ускорения или торможения требует затрат энергии и вызывает усталость. Организация рабочего места должна обеспечить максимальную экономичность труда работника посредством

- а) коротких плавных движений;
- б) уменьшения веса инструментов или деталей;
- в) уравнивания перемещаемого груза с помощью противовесов, пружин, наклонных желобов и т. п.;
- г) передвижений деталей вместо их переноса, выбора такой скорости движения рук, чтобы энергия, требующаяся для создания ускорения или торможения, не была чрезмерно большой.

Ритм работы. Последовательность движений должна способствовать ритмичности и автоматизму движений. Ритмичность обеспечивает меньшее расходование энергии мышцами, уменьшение усталости и позволяет добиться автоматизма движений, благодаря чему достигается высокая производительность труда.

Контролируемые и свободные движения. В физиологии контролируемые движения называют движения, возникающие в ре-

результате действия двух мышц или двух групп мышц. Первая группа мышц действует в одном направлении, вторая группа противодействует ей, тормозя и регулируя движение, чтобы в определенный момент времени могло быть выполнено нужное движение.

К таким движениям можно отнести черчение, измерение, монтаж. К свободным движениям, которые являются следствием действия одной мышцы или одной группы мышц, относится, например, вбивание гвоздя; при выполнении этой операции определенная группа мышц приводит в движение молоток, который тормозится в результате соприкосновения с преградой (гвоздем). Свободные движения всегда оказываются более быстрыми и экономичными.

Анализ микродвижений. При точном анализе трудовых процессов, применяемых в массовом производстве для кратковременных и часто повторяющихся операций, используется методика микродвижений, разработанная Гилбретом. Гилбрет разделил все движения на отдельные «элементарные движения», которые он назвал «терблигами». Он классифицировал все движения рук и глаз на 17 основных видов. Недавно Американское общество инженеров-механиков (ASME) приняло таблицу терблигов, дополнив ее еще одним терблигом.

Терблиги могут быть представлены с помощью определенных символов, цветов или различного рода графических обозначений. Терблиги можно разделить на 5 групп, а именно:

- Элементы физической работы,
- Элементы, частично связанные с умственной деятельностью,
- Элементы умственной деятельности,
- Главные элементы,
- Элементы простоев.

Методика анализа микродвижений в настоящее время стала основным исследовательским методом, используемым в лабораторной практике.

Киносъёмка может быть использована при исследовании методов работы для следующих целей.

1. Регистрация движений, исследование микродвижений и нормирование труда. Использование кинокамеры является наилучшим способом регистрации движений, особенно в тех случаях, когда обслуживание рабочего места требует совместных действий нескольких работников или когда один работник обслуживает несколько машин. Кинокамеру следует устанавливать так, чтобы предмет об-

работки, все работники и обслуживаемые ими машины были видны в снимаемом фильме. Камера должна делать 1—2 кадра в секунду (вместо 16—24 кадров в секунду в обычном кино). Таким образом, в течение одной минуты можно будет просмотреть весь рабочий процесс, занимающий в натуральном масштабе времени от 10 до 25 мин. При просмотре фильма, снятого таким образом, легко выявить общую картину движений. Анализ движений, зарегистрированных на киноплёнке, позволяет быстро оптимизировать трудовой процесс.

Обучение работников. Демонстрация работникам процесса их работы или работы опытных мастеров обеспечивает наиболее успешное обучение работников рациональным приемам труда.

Хроноциклографический метод. Метод регистрации микродвижений дает хотя и точные, но недостаточные результаты в тех случаях, когда хотят изучить ход движений работника за целый рабочий цикл. Эта задача была решена путем использования циклографического метода. Указанный метод состоит в фотографировании траектории светящейся электрической лампочки, укрепленной на той части тела, движением которой интересуются при исследовании. Если исследуется направление движения, его время или скорость, в электрическую цепь вводится прерыватель. В этом случае след лампочки на фотографии имеет вид последовательности черточек (вроде пунктира, точек либо комбинации тех и других элементов). Направление движения определяется по утолщению черточки в конце световой линии. Такой график называется хроноциклограммой.

Использование методов регистрации микродвижений и хроноциклограмм позволяет спроектировать **оптимальные приемы работы**.

Анализируя отдельные элементы исследуемой работы, следует учитывать четыре основных фактора:

1. **необходимость:** многие движения и операции могут оказаться излишними и ненужными и могут быть в дальнейшем исключены;
2. **очередность:** изменение последовательности выполнения операций может привести к экономии движений;
3. **объединение:** можно объединить одну или несколько операций, уменьшая тем самым общее количество движений;
4. **компоновка:** изменение расположения предметов, использование специальных инструментов и приборов или изменение кон-

струкции изделия может сократить количество необходимых движений.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА. ПАРАМЕТРЫ РАБОЧЕГО МЕСТА.

Параметры рабочего места, которые рассчитываются на основе учета антропометрических данных, названы *эргономическими параметрами*. Рабочее место характеризуется рядом параметров. Различают габаритные, компоновочные (сопряженные) параметры рабочего места и свободные (несопряженные) параметры отдельных его элементов.

В каждой из указанных групп различают параметры по высоте, ширине и глубине, а также нерегулируемые и регулируемые (непосредственно или опосредованно). При расчетах эргономических параметров рабочих мест и производственного оборудования используют базы отсчета, расположенные вне тела в виде трех взаимно перпендикулярных плоскостей, названных ограничительными плоскостями.

Габаритные параметры (наибольшие по высоте, ширине и глубине) характеризуют предельные размеры внешних очертаний рабочего места. Габаритный объем его определяется как сумма объемов, занятых основным производственным оборудованием, орг-и-техоснасткой, объемов пространства, необходимого для выполнения человеком или бригадой основных и вспомогательных операций, проходов и подходов к основным элементам рабочего места, а также объема «мертвого» пространства, создаваемого неправильными формами перечисленных объектов.

Компоновочные параметры (сопряженные друг с другом) рабочего места характеризует положение отдельных элементов рабочего места один относительно другого и работающего человека. Они позволяют увязать параметры всех элементов рабочего места в систему с едиными базами отсчета. Компоновочные параметры должны обеспечивать возможность перемещения работающего человека, досягаемость элементов оборудования из различных рабочих положений тела и рабочих поз, требуемые величину усилий и направление рабочих движений. Компоновочные параметры могут быть рассчитаны на основе данных динамической и статической антропометрии. Регулиро-

вать компоновочные параметры можно путем изменения свободных параметров некоторых подвижных элементов рабочего места (подставки для ног, сиденья, педали) относительно работающего.

Свободные параметры (несопряженные), относительно слабо связанные друг с другом отдельных элементов рабочего места и оборудования, не имеют общих баз отсчета с другими элементами. Свободные параметры могут быть постоянными и переменными (регулируемыми). К последним относятся высота и угол подставки для ног, высота сиденья и спинки, угол наклона спинки и подлокотника, подвижность спинки вперед — назад.

Проектирование рабочего места охватывает разработку приемов труда, определение положения работника и опробование приемов работы на рабочем месте.

Исходным пунктом для разработки приемов труда является технологическая карта. При проектировании методов работы следует использовать, принципы экономии движений, выбор положения работающего. При выборе положения работающего необходимо учитывать:

- физическую тяжесть работ;
- размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего в процессе выполнения работ;
- технологические особенности процесса выполнения работ.

Рабочее место для выполнения работ стоя организуется при физической работе средней тяжести и тяжелой. Если технологический процесс не требует постоянного перемещения работающего и физическая тяжесть работ позволяет выполнять их в положении сидя, в конструкцию рабочего места следует включать кресло и подставку для ног.

Таблица 2

Критерии выбора рабочих положений

Рабочее положение	Величина усилий, Н	Степень перемещения работающего	Направление движения	Величина рабочей зоны, не более, мм
Сидя	До 30	Ограниченная	Вперед	600
			Влево — вправо	300
Пере- менное	30—100	Умеренная	Вперед —назад	600
			Влево — вправо	750
Стоя	100—150	Повышенная	Вперед —назад	1000
			Влево — вправо	1000

Таблица 3

Эффективность рабочих движений

Больше	Меньше
Криволинейное (круговое, эллиптическое) движение	Прямолинейное ломаное движение
Движение с плавным изменением направления в средней области подвижности сустава	Движение с резким изменением направления в крайних положениях суставов
Движение от себя при пуске механизма машины, если направление движения рук совпадает с направлением движения сигнала	Последовательно повторяемые движения (одна рука повторяет движения другой), перекрестное движение рук в одной плоскости
Симметрическое движение рук в одной плоскости	Движения в разных плоскостях со сложными ритмом и траекторией
Одновременное вращение руками на себя или от себя	Вращение одной рукой на себя, а другой — от себя
Тяга стоя: в положении стоя при усилиях выше 10 кг	Тяга сидя: при поднятии в положении сидя при усилиях выше 10 кг
Перемещение предмета сверху вниз	Перемещение предмета снизу вверх
Движение с максимальной скоростью в начале движения	Движение с постоянно нарастающей скоростью

Таблица 4

Точность движений рук

Выше	Ниже
В положении сидя	В положении стоя
В горизонтальной плоскости	В вертикальной плоскости
На расстоянии 15—35 см от средней линии тела	На расстоянии менее 15 см и более 35 см от средней линии тела
При амплитуде движения в локтевом суставе 50—80°	При амплитуде движения в локтевом суставе менее 50 и более 80°
При нагрузке 25 % от максимальной	При больших нагрузках
При наличии ориентира	При отсутствии ориентира

Таблица 5

Максимальный темп движений

Характеристика движений	Темп движений
Вращательные	4 - 48 движ/с
Нажимные:	
ведущей руки при усилии 0,025 Н	6 - 7 наж/с
неведущей руки	3 - 5 наж/с
Ударные:	
среднего темпа	5 - 8 уд/с
оптимального темпа	1 - 5 уд/с

ПОЛОЖЕНИЕ РАБОТНИКА

В зависимости от выполняемой операции, веса обрабатываемого предмета и класса требуемых движений можно предусмотреть работу стоя или сидя. Во многих «пограничных» случаях можно использовать «переменное» положение, когда работа попеременно выполняется сидя и стоя (рис. 17).

Положение лежа допускается в исключительных случаях, так как оно резко ограничивает моторные функции человека, ухудшает моторную координацию, уменьшает зону обзора. Выполнение основных рабочих операций в положении лежа сопровождается утомительной статической работой. Для работы в положении лежа следует предусматривать специальные приспособления, уменьшающие статические напряжения (опора для головы и др.). Критерии выбора рабочих положений представлены в табл. 2.

Положение стоя характеризуется неустойчивым равновесием. Площадь опоры в этом положении исчисляется поверхностью стоп, соприкасающихся с опорой, и пространством, заключенным между ними. Положению стоя свойственно естественное положение позвоночного столба, грудной клетки, таза. В этом положении человек имеет благоприятные условия для зрительного обзора, перемещения и зрительно-моторных координации. Однако оно утомительно по сравнению с другими положениями, так как требует значительной работы мышц по удержанию равновесия тела и выпрямленной позы. Поэтому в положении стоя следует избегать фиксированных поз, рекомендуются частая их смена и кратковременные перерывы для отдыха.

Положение сидя также характеризуется неустойчивым равновесием, но площадь опоры здесь значительно больше благодаря использованию приспособлений для сидения. Работа сидя имеет преимущество перед работой стоя: энергетические затраты организма снижаются на 10—20 %. Однако длительное пребывание в положении сидя также может способствовать возникновению ряда патологических явлений. Кроме того, в положении сидя ограничивается возможность передвижения, сокращаются зоны досягаемости, а также уменьшаются силовые возможности. Выбор рациональной рабочей позы в положении сидя, создание условий для ее поддержания (форма и размеры сиденья, оптимальные размеры зон досягаемости) и изменения позволяют избегать этих отрицательных последствий.

Одним из факторов, определяющих организацию рабочего места, является *поза работающего*. Она характеризуется наиболее предпочтительным взаиморасположением звеньев тела при выполнении трудовых операций. В процессе проектирования алгоритмов трудовой деятельности, в выполнении которых преобладают моторные компоненты и требуется длительное поддержание определенной рабочей позы, особое внимание следует уделять проектированию оптимальной рабочей позы и условий ее поддержания. При этом следует исходить из положения, что *наиболее вредным является не столько сама поза, сколько время, в течение которого человек в ней находится. Оптимальная рабочая поза должна служить исходным моментом при расчетах размеров досягаемости для рук и ног в пределах моторного пространства.*

Положение сидя неестественное, искусственно созданное в процессе развития цивилизации положение тела человека по сравнению с положением стоя, развившегося в процессе эволюции в связи с прямохождением. В положении сидя на плоском сиденье без опоры на спинку стула нарушается взаимодействие сил реакции опоры (поверхность сиденья) и силы тяжести корпуса. Суставы нижних конечностей и таз максимально подвижны, что приводит к сползанию таза вперед и опрокидыванию туловища назад или, наоборот, к наклону корпуса вперед. Это вызывает нежелательные анатомо-физиологические сдвиги: сглаживаются изгибы позвоночного столба (поясничный изгиб почти исчезает, а грудной либо уменьшается при выпрямленном положении, либо увеличивается при согнутом); межпозвоночные диски деформируются, что приводит к преждевременной их деградации; уменьшается угол наклона таза, в результате чего внутренние органы смещаются вперед и вниз; мышечное дно таза растягивается, что способствует опущению внутренних органов; мышцы живота расслабляются; отток крови от нижних конечностей затрудняется. Положение сидя со сгорбленной спиной вызывает ухудшение дыхательной и пищеварительной функций, ограничивая движение грудной клетки и живота, сдавливая внутренние органы. Сблизить линии действия результирующей веса верхней части тела и результирующей сил реакции опоры можно двумя способами, либо сидеть выпрямлено, что более рационально, либо наклонно, сгорбившись. Однако человек не может долго произвольно сохранять выпрямленную позу. Необходимы внешние поддержки для ее сохранения и стабилизации.

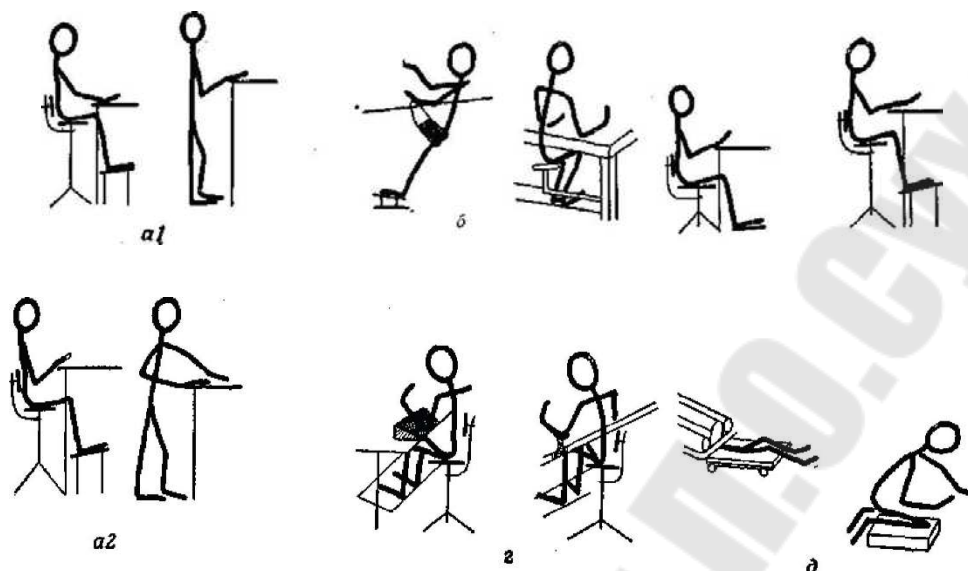


Рис. 17. Положение тела при работе

a1 — высота рабочего стола должна, быть такой, чтобы работник мог выполнять работу сидя и стоя; *a.2*— при работе сидя следует обеспечить работнику опору для ног, а в случае необходимости предусмотреть подставку для ног; *б* — если работа может выполняться только стоя, следует применять наклонные сиденья, которые позволяют работнику сделать кратковременный отдых во время работы; *в* — сиденья, предназначенные для работы, должны соответствовать строению тела человека (спинка на высоте поясницы) и допускать регулирование высоты в зависимости от высоты поверхности стола; *г* — если работу нужно выполнять на некоторой высоте над поверхностью рабочего стола, следует предусмотреть подлокотники; *д* — если работа должна выполняться в неудобном положении (например, лежа или стоя на коленях), следует применять соответствующие приспособления, облегчающие работу.

Единодушного мнения о конкретных причинах дискомфорта при длительном сидении на рабочем месте все же не существует, хотя все исследователи сходятся в том, что со степенью вынужденности позы и особенностями конструкции сиденья связаны те неблагоприятные последствия для организма человека и эффективности труда, с которыми приходится все чаще встречаться.

Основными конструктивными недостатками стульев исследователи считают отсутствие поясничной поддержки, вертикальное положение спинки, использование низкой спинки, малая закругленность переднего края сиденья, неудовлетворительная высота расположения подлокотников или их отсутствие.

Динамика утомления при длительном поддержании однообразной позы, позной монотонии, вопрос не только успешности выполнения трудового задания, но и вопрос следующей фазы позного состояния - позного стресса. Термин "позный стресс", используемый физиоло-

логами труда, проявляется в болевых ощущениях, ощущениях онемения и покалывания при "ишемических" реакциях, вызванных локальными нагрузками. Кроме ишемических реакций следует различать травматические (ущемление нервов, смещение позвонков и т.п.), как последствия длительного поддержания неудобной рабочей позы (асимметричность позы, слишком высокое или безопорное положение рук и т.п.), вызывающие хронические заболевания позвоночника.

Термин "удобство позы"- это состояние человека, субъективно не испытывающего раздражения, усталости, онемения частей тела, чрезмерного напряжения мышц, болей, а следовательно, способного длительное время работать, не утомляясь, не ощущая своей сомы и сохраняя необходимый для данной деятельности уровень работоспособности. Следует отметить, что "удобство рабочей позы" понятие временное. Гигиенисты давно отмечают, что вредна не сама поза, а время пребывания в ней.

28.3 ПРОСТРАНСТВЕННАЯ КОМПОНОВКА РАБОЧЕГО МЕСТА

Размерные характеристики рабочего места:

Моторное поле - пространство рабочего места, в котором совершаются рабочие операции, включающее собственно моторное пространство, в котором оператор совершает рабочие движения; пространство, необходимое для безопасного функционирования оборудования; пространство, необходимое для технического обслуживания и ремонта оборудования

Зона досягаемости - часть моторного поля человека, ограниченная дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при их движении в плечевом суставе

Зона легкой досягаемости - часть моторного поля человека, ограниченная дугами, описываемыми расслабленными руками при их движении в плечевом суставе

Зона оптимальной досягаемости - часть моторного поля человека, ограниченная дугами, описываемыми предплечьями или голенями, при движении рук или ног с опорой

Оперативная зона - участок рабочего места человека, выделяемый в соответствии с характером производственных функций и операций для обеспечения удобства работы

Рабочая зона оператора - пространство рабочего места оператора, в котором осуществляется собственно рабочий процесс.

Основное рабочее пространство - зона оптимальной и лёгкой досягаемости (между 15 и 40 см перед телом и в пределах 40 см по сторонам на уровне локтя) и *вторичное рабочее пространство* - зона досягаемости (за основным пространством, но в пределах 60 см от тела на уровне локтя). Необходимо располагать наиболее важные устройства (первичного контроля) и другие основные предметы (ручные инструменты, запчасти) в рамках основного пространства, а вспомогательные управляющие устройства и предметы в рамках вторичного пространства (рис.18)

Взаимное расположение рабочих мест. Взаимное расположение и компоновка рабочих мест должны обеспечивать безопасный доступ на рабочее место и возможность быстрой эвакуации в случае опасности.

Размещение технологической и организационной оснастки:

- все необходимое для работы должно находиться в непосредственной близости от работающего, размещение оснастки должно исключать неудобные позы работника;
- те предметы, которыми пользуются чаще, располагаются ближе тех предметов, которыми пользуются редко;
- те предметы, которые берутся левой рукой, должны находиться слева, а те предметы, что берутся правой рукой, — справа;
- более опасная с точки зрения травмирования оснастка должна располагаться выше менее опасной оснастки; однако при этом следует учитывать, что тяжелые предметы при работе удобнее и легче опускать, чем поднимать.

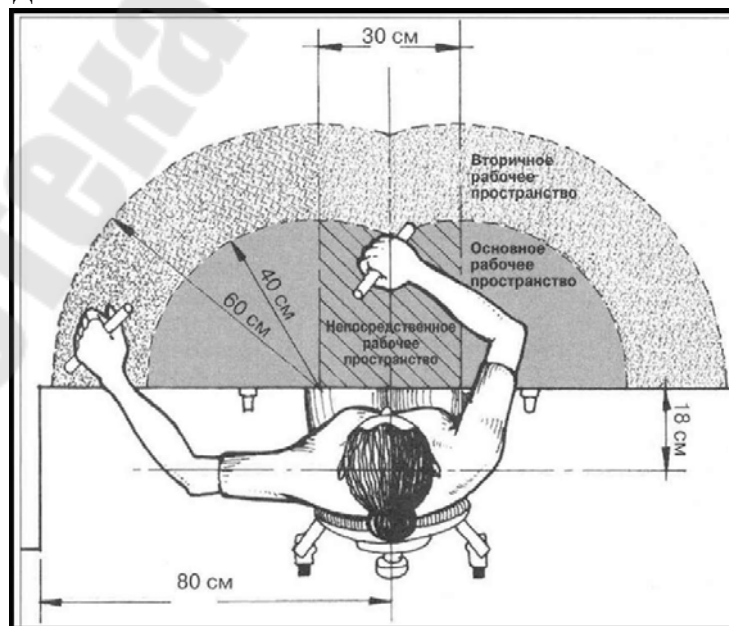


Рис. 18. Расположение инструментов

Обзор и наблюдение за технологическим процессом.

Конструкция и расположение средств отображения информации, предупреждающих о возникновении опасных ситуаций, должны обеспечивать безошибочное, достоверное и быстрое восприятие информации. Акустические средства отображения информации следует использовать, когда зрительный канал перегружен информацией, в условиях ограниченной видимости, монотонной деятельности.

ОБЩИЕ ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНАМ УПРАВЛЕНИЯ

Органы управления предназначены для передачи управляющих воздействий от оператора к машине и играют роль связующего звена между ними. С их помощью осуществляется ввод информации, ее вывод на средства отображения информации, приведение в действие исполнительных органов объектов управления. Общие эргономические требования к органам управления приведены в ГОСТ 21752—76, ГОСТ 21753-76, ГОСТ 22613-77, ГОСТ 22614-77, ГОСТ 22615-77.

Выбор органа управления зависит от структуры и особенностей деятельности оператора при нормальной работе систем и при их отказе, антропометрических и психофизиологических характеристик человека, управляющих действий оператора, рабочего положения тела человека, динамических характеристик рабочих движений (усилия, точность, диапазон, траектория и т. д.), технических характеристик объекта управления, места расположения органа управления (на панелях пульта или вне его), условий производственной среды, наличия спецодежды и средств индивидуальной защиты, а также от информации, на которую должен отвечать оператор или которую должен вводить в машину.

Орган управления состоит из приводного элемента и исполнительной части. Размеры и форма приводного элемента рассчитываются в соответствии с размерами и формой тех частей тела человека, с которыми он соприкасается. Различают ручные и ножные органы управления. При выборе органов управления предпочтение следует отдавать ручным, поскольку руками можно управлять множеством органов различного типа, а для каждой ноги могут быть предназначены не более двух. Ручные органы управления рекомендуется исполь-

зовать 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 допустимые динамические и статические нагрузки на двигательный аппарат человека (табл. 2-5).

Для операции «включено — выключено», требующей незначительных усилий и редко осуществляемой, рекомендуется применение тумблеров или кнопок. Если часто повторяющиеся операции ударного типа не требуют приложения значительных физических усилий, но осуществляются с большой скоростью, целесообразно применение клавишей. Органы управления поворотного типа с большим количеством оборотов (маховики и т. п.) следует применять в том случае, если требуется высокая точность регулирования. Линейные движения при управлении выполняются с такой же точностью, что и вращательные, но диапазон их движений ограничен. Если объект управления не требует плавной регулировки и высокой точности, можно использовать органы управления с дискретным управлением. Для ступенчатых переключений и плавного динамического регулирования одной или двумя руками при средних или больших управляющих усилиях рекомендуется применять рычаги.

Ножные органы управления целесообразны при непрерывном выполнении операций управления, не требующих большой точности, но нуждающихся в приложении усилий более 90 Н , или в случае, когда руки перегружены.

При размещении органов управления следует учитывать структуру деятельности человека, требования к частоте и точности движению, положение тела и условия формирования рабочей позы, размеры моторного пространства, условия сенсорного контроля, поиска необходимых органов управления, условия идентификации функций органов управления и опасность неумышленного изменения функционального положения органов управления.

Требования к размещению органов управления касаются их группирования и взаимного расположения на панели, на рабочем месте относительно работающего, относительно средств оперативной информации или управляемых объектов. Они должны быть сгруппированы на одном или на нескольких участках. Органы управления постоянного действия, а также часто используемые и аварийные следует всегда размещать в пределах оптимальных границ, а органы управле-

ния постоянного действия или наиболее часто используемые — справа, поскольку большинство людей действует преимущественно правой рукой.

Размещение органов управления зависит от характера рабочего движения (толкание, давление, вращение и т. п.) и должно способствовать поддержанию рациональной рабочей позы (выпрямленный корпус, исключение частых наклонов туловища, поворотов головы, держания рук на весу и т. п.). Органы управления нужно размещать с учетом зоны досягаемости оператора в горизонтальной и вертикальной плоскостях при работе в положении стоя и сидя, а также зон зрительного наблюдения. Большинство ручных органов управления постоянного действия должно располагаться на уровне локтя (над полом, сиденьем) или чуть ниже, что является оптимальным для работ, выполняемых стоя и сидя. Редко используемые ручные органы (2—3 раза в смену) могут располагаться на уровне плечевого пояса или лучезапястного сустава.

Органы управления должны отстоять от туловища оператора не менее чем на 150 мм. Оптимальная зона расположения органов управления находится на средней линии (± 100 мм) от максимальной и минимальной границ досягаемости в горизонтальной плоскости по глубине и ширине. Органы управления не следует располагать на внешних границах зон досягаемости для рук. Их лучше размещать в пределах зоны обзора. Органы управления, случайные изменения положения которых могут привести к нежелательным последствиям, касающиеся состояния оборудования или безопасности работающих, следует располагать на периферии моторного пространства или применять другие меры предосторожности. Часто используемые и функционально важные органы управления должны располагаться в пределах между минимальной и максимальной границами досягаемости моторного пространства.

Следует устанавливать горизонтальные панели боковых пультов с наклоном в продольном направлении не менее 5° , а в поперечном — не более 45° . Угол наклона боковых вертикальных панелей относительно оператора должен быть не менее 10° , вертикальных панелей центрального пульта управления — не менее 15° .

При большом количестве органов управления их следует сосредоточить на панелях пультов управления, щитов и т. п. Сокращение числа органов управления может быть достигнуто путем автоматизации операций управления, применения комбинированных различных

органов управления, использования специальных приспособлений (планки, специальные решетки и др.), отказа от дублирования отдельных органов управления при обслуживании системы несколькими операторами.

Независимо от типа органы управления должны быть логически сгруппированы в определенную пространственную структуру. Группирование их должно производиться с учетом функционального назначения (принадлежность к одному комплексу оборудования, системе, агрегату, функциональному узлу), последовательности использования в зависимости от алгоритма деятельности оператора, времени использования (в период функционирования системы или ее подготовки к эксплуатации), характера режима работы системы и значимости органа управления для работы системы. Нельзя располагать рядом органы управления, используемые при нормальной работе и в аварийных ситуациях. Одинаковые типы органов управления следует располагать так, чтобы они обеспечивали один и тот же эффект управления, если совпадает направление манипулирования ими (исключением являются ручные и ножные тормоза на транспортных средствах). Если объект управления включается или выключается при помощи двух кнопок, то пусковую следует помещать выше кнопки выключения или справа от нее.

Определяя расстояния между приводными элементами, принимают во внимание одновременность или последовательность использования органов управления, способ захвата приводного элемента, его размеры, направление его перемещения, необходимость работы вслепую, возможность случайного включения, наличие спецодежды и спецобуви, вибрацию, степень подвижности рабочего места.

Если органы управления используются последовательно, их следует располагать по горизонтали слева направо или сверху вниз. При манипулировании органами управления вслепую расстояние между смежными краями приводных элементов должно быть не менее 150—300 мм в зависимости от зоны расположения органов управления.

Правильное расположение органов управления относительно средств отображения информации должно способствовать быстрому распознаванию того, какие органы управления и средства отображения информации функционально взаимосвязаны и какое состояние управляемого объекта может быть вызвано каждым органом управления. Оператор должен в любой момент легко узнавать, на какое зна-

чение (величину) параметра или на какую функцию настроен орган управления.

Ручные органы управления следует размещать так, чтобы ни приводной элемент, ни рука работающего не закрывали расположенных рядом средств отображения информации.

При проектировании органов управления следует соблюдать принцип совместимости двигательной реакции операторов и показаний индикаторов, согласно которому, показания индикатора вызывают естественные (ожидаемые) движения, соответствующие стереотипам двигательных реакций человека.

Если на панели расположено большое количество взаимосвязанных ручных органов управления и средств отображения информации, рекомендуется каждый орган управления располагать непосредственно под связанным с ним индикатором: справа от него — для правой руки, слева — для левой руки. При размещении органов управления и соответствующих им средств отображения информации на разных панелях необходимо, чтобы органы управления занимали положение, соответствующее положениям связанных с ним средств отображения информации, а также не размещались друг против друга. Все индикаторы должны располагаться в верхней части панели, а все органы управления — в ее нижней части.

При использовании концентрических поворотных ручек, связанных с индикаторами, последние следует располагать в ряд слева направо, причем центральная ручка должна соответствовать крайнему правому положению.

Если индикаторы, расположенные горизонтальными колонками, связаны с таким же образом расположенными органами управления, то крайний левый (верхний) индикатор должен соответствовать крайнему левому органу управления в верхнем ряду колонки, а крайний правый (нижний) индикатор — крайнему правому органу управления в нижнем ряду колонки.

ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ ПРИВОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ

При расчете конструктивных параметров приводных элементов следует исходить из вида управляющих движений (при условии оптимального расположения их относительно человека и панели управ-

ления), типа захвата и возможности минимизации прилагаемых усилий, заданного диапазона точности, быстродействия и надежности управляющего движения.

Рассчитывая прилагаемые усилия, необходимо учитывать следующие эргономические факторы: форму и размер захватной части органа управления, рабочее положение тела и степень его устойчивости (например, на движущемся объекте), положение управляющей части тела (руки, ноги) в пространстве, частоту рабочих движений, направление приложения усилия в процессе совершения управляющего движения и физические возможности работающего (пол, возраст, рост, массу, силу соответствующих мышц во время движений). При расчете прилагаемого физического усилия следует исходить из его оптимальной нормы для легких и средних работ (10—15 % максимальной силы в задаваемом направлении движения).

Конструкция органа управления должна предусматривать такое расположение осей передвижения приводных элементов, которое наиболее оптимально учитывало бы их пространственное положение на оборудовании по отношению к направлениям движений руки (ноги).

Все органы управления должны быть легко опознаваемы, информировать о состоянии управляемого объекта и позиции приводного элемента в любой момент приложения управляющего усилия. Приводные элементы органов управления различаются между собой как минимум по двум-трем признакам. Для этих целей используется кодирование посредством формы, цвета, размера и размещения. Для аварийных органов управления нужно предусматривать возможность не только зрительного, но и тактильного опознания. Форма приводного элемента органа управления обусловлена морфологическими и физиологическими особенностями управляющих звеньев человеческого тела (пальцы, ладонь, стопа и др.), не должна вызывать излишних деформаций и неравномерных мышечных нагрузок при выполнении управляющих движений.

Окраска приводных элементов органов управления производится в соответствии с их функциональным назначением. Например, органы управления, относящиеся к кислородной системе питания, окрашиваются в голубой цвет, аварийные органы управления — в красный. Конструкция аварийных органов управления и органов управления, случайное включение или выключение которых может привести к возникновению опасной ситуации, должна исключать возможность

их непроизвольного включения или выключения. В частности, органы управления, использование которых недопустимо во время срабатывания автоматических устройств (например, при ликвидации аварий), должны блокироваться с помощью защитных скоб, фиксаторов, предохранительных устройств, углублений.

Основные эргономические требования к кнопкам и клавишам изложены в ГОСТ 22614—77, рычажным переключателям типа тумблер — в ГОСТ 22615—77, поворотным переключателям и регуляторам — в ГОСТ 22613—77, маховикам и штурвалам — в ГОСТ 21752—76, рычагам управления — в ГОСТ 21753—76.

Кнопки и клавиши применяются для проведения быстрых операций типа «включено — выключено», требуют при управлении незначительных физических усилий, позволяют осуществлять управляющие действия с наибольшей скоростью. Приводной элемент кнопки при нажатии перемещается вдоль оси фиксации, а клавиша — поперек оси. Приводные элементы кнопок и клавишей должны обеспечивать автоматическое возвратное движение.

Кнопка может быть прямоугольной или круглой, клавиши, как правило, всегда прямоугольные (рис. 19). Диаметр основания (3) кнопки, предназначенной для работы вторым и пятым пальцами, должен составлять не менее 3—5 мм, а для большого пальца, при необходимости приложения больших усилий — 30 мм. Рабочая поверхность кнопки (1) может быть вогнутой или выпуклой, в зависимости от диаметра и способа нажатия. Покрытие кнопки должно быть гладким и выполнено из материалов с высоким коэффициентом трения либо иметь насечку, безопасную для кожи пальцев. При частом использовании быстродействующих выключателей (переключателей этого типа целесообразно применять клавиши четырехугольной формы с закругленными углами и верхней кромкой (2). При редком использовании их можно заменять кнопкой круглой формы. Включение кнопки должно вызывать слышимый щелчок или другое ощущение: тактильное, звуковое, световое (либо их сочетания в соответствии с избранной формой кодирования управляющего воздействия). Цвет кнопки должен отличаться от цвета панели: на темных панелях устанавливают светлые кнопки, на светлых — темные или яркие, насыщенных тонов.

В целях исключения возможности случайного включения соседних кнопок расстояние между краями соседних кнопок должно составлять не менее 15 мм, при работе в перчатках — не менее 25 мм,

а для кнопок, нажимаемых большим пальцем,— не менее 50 мм. В случае применения выключателей (переключателей) при освещенности менее 300 лк и частоте нажатия более 50 раз в минуту размер приводных элементов между ними следует увеличить в 1,5—3 раза, а максимальное усилие должно быть не более 0,6 Н. Для особо важных команд целесообразно использовать клавиши (рис. 19), имеющие фиксатор или защелку, хорошо читаемую надпись, состоящую не более чем из трех строк. Для контроля операции включения клавишей целесообразно использовать подсвет.

Рычажные переключатели (тумблеры) применяются для быстрого включения, выключения и переключения режимов работы, они 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. При кодировании тумблеров их форму можно изменять, однако не должно быть острых кромок и граней. Можно кодировать тумблеры и разные позиции приводного элемента цветом, надписями и символами.

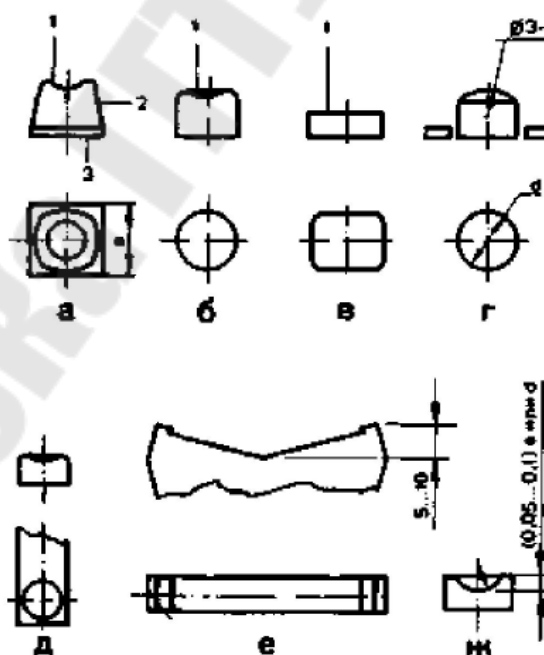


Рис. 19. Рекомендуемая форма приводных элементов кнопок (а-г) и клавиш (д-ж)

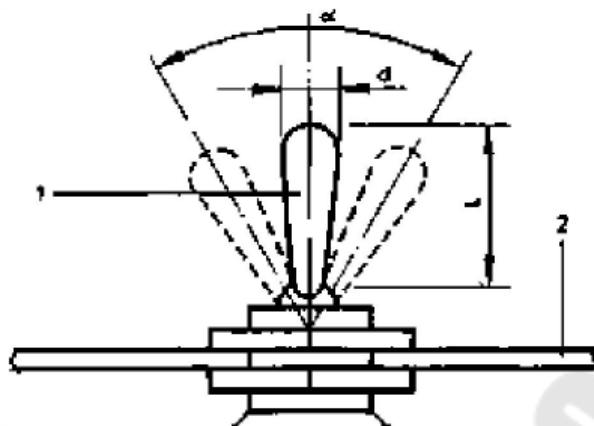


Рис. 20. Общий вид тумблера: 1 — ручка; 2 — панель

На приводном элементе тумблера не допускаются плоские грани с радиусом перехода менее 0,2 мм для тумблеров легкого типа и менее 0,5 мм для тумблеров тяжелого типа. Приводной элемент тумблера (рис. 19) имеет длину не менее 10—15 мм и толщину в расширенном участке 3—5 мм. Межпозиционные перемещения рычажка должны выполняться в секторе $40\text{—}60^\circ$ для двухпозиционного тумблера и в секторе $30\text{—}50^\circ$ — для трехпозиционного. Положение тумблера, характеризующее его состояние, должно легко распознаваться визуально, тактильно и на слух (щелчок). Позиция приводного элемента «верх» соответствует состоянию «включено», «низ» — состоянию «выключено». Тумблеры легкого типа рассчитываются на усилия до 7 Н, тяжелого — на усилия 7—25 Н.

Поворотные выключатели и регуляторы (рис. 21) применяются для операций включения — выключения, плавного непрерывного или ступенчатого регулирования. Действия с ними требуют незначительных усилий, их кодирование легко осуществимо. Их конструкция должна обеспечивать сигнализацию об установлении каждой дискретной позиции посредством слышимого щелчка или ощущаемого скачкообразного изменения положения регулятора.

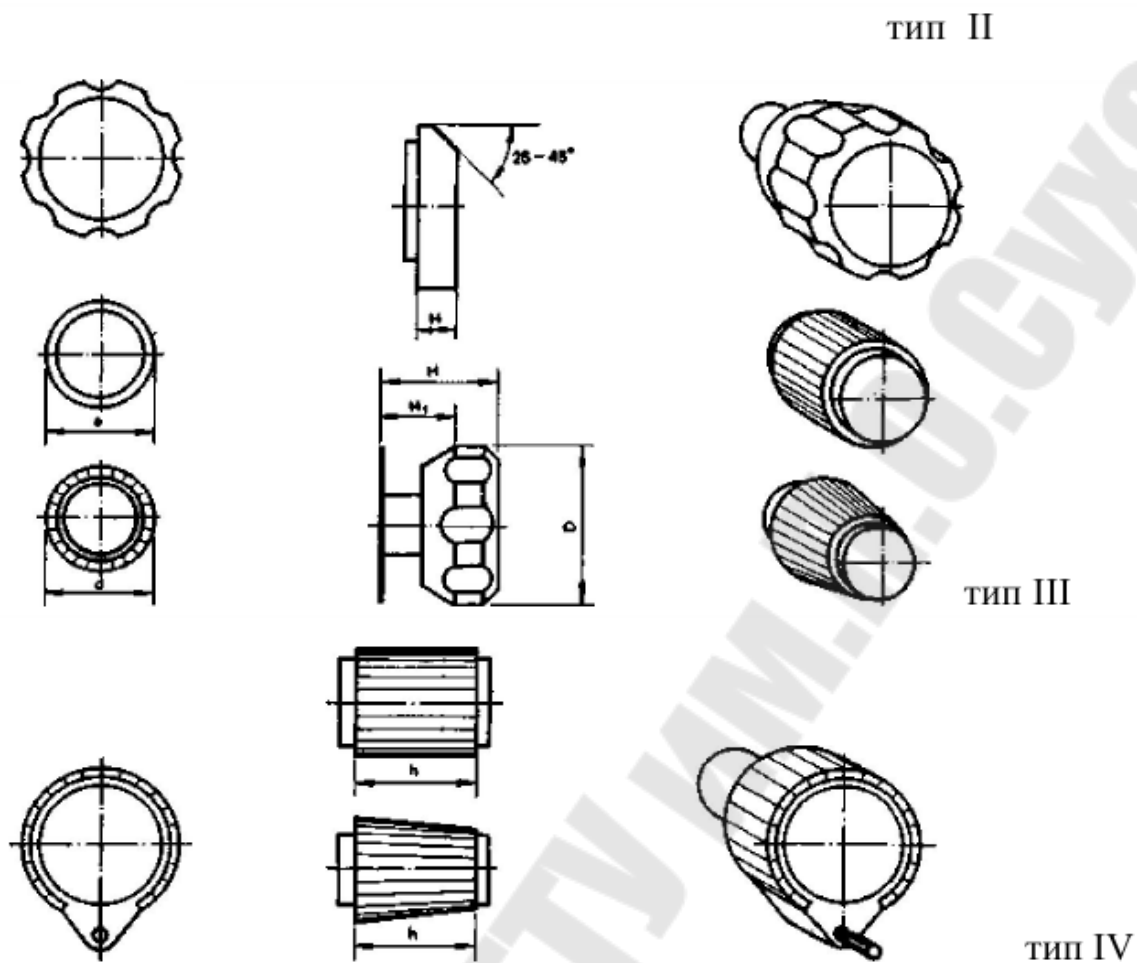


Рис.21. Рабочая поверхность переключателей

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

Для улучшения обзора управляемых объектов и удобства движения руками рекомендуется использовать штурвал с двумя рукоятками, поворачивающимися на $90 - 120^\circ$. Обод маховика должен иметь круглую, овальную или близкую к ним форму, поверхность без острых углов и заусенцев, допускается волнистое профилирование. Рукоятки вращения маховиков 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.

Рабочая поверхность переключателей типов II, III, IV должна иметь удобные для захвата пальцами выемки, насечки или рифления, выполняемые с соблюдением гигиенических требований (рис.21).

Оси вращения маховика и штурвала, рассчитываемые на управление двумя руками сидя, следует располагать в плоскости симметрии сиденья с отклонением не более 50 мм. Плоскость вращения маховика без рукоятки, вращаемого одной рукой сидя или стоя, должна находиться под углом от 10 до 60° по отношению к предплечью, а с рукояткой — под углом от 10 до 90° (при вращении кистью с предплечьем) и от 10 до 45° (при вращении всей рукой).

Маховики управления, за исключением рулевых колес и штурвалов, имеют надписи и указатели положения, располагающиеся непосредственно на маховиках либо рядом. Конечные позиции маховика и штурвала следует снабжать стопором, поэтому маховики, предназначенные для ступенчатых переключений, имеют пружинные фиксаторы. Рукоятки маховиков, предназначенные для работы двумя руками, целесообразно делать поворачивающимися на своих осях, а рукоятки маховиков, рассчитываемых на работу одной рукой должны иметь жесткую фиксацию и гладкую поверхность.

Высокая точность управления обеспечивается при сопротивлении рукояток усилию оператора 7—12 Н. При переключении позиций маховиков с дискретным управлением дополнительное усилие, прикладываемое для перехода через точку фиксации, должно быть не более 10 % от основного. Для одновременного управления по двум или более параметрам допустимо сочетать конструкцию маховика или штурвала с другими органами управления (рычаг, кнопка, защелка и др.). При совместных управляющих действиях двумя руками на двух маховиках направления вращательных движений должны быть противоположными. Маховики следует монтировать на панели так, чтобы при управляющих движениях рука не закрывала надписей и индикаторы.

Кривошипные рукоятки применяются для переключений, требующих быстрого вращения и многих оборотов органа управления, или передачи значительных физических усилий на исполнительный орган. Такие рукоятки рекомендуется располагать справа (слева) от срединно-сагиттальной 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 ручки можно устанавливать на маховике. Кривошипная ручка служит для быстрого поворачивания, а маховик — для точной регулировки.

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

Рычаги, применяемые для дискретных переключений, должны быть снабжены надежной пружинной фиксацией промежуточных и конечных положений, которые целесообразно ограничивать стопором. При использовании рычага для точного и непрерывного регулирования необходима опора локтю — при управляющих движениях кистью с предплечьем, предплечью — при движениях кистью, запястью — при движениях пальцами. Рычаги управления необходимо устанавливать в пределах минимальной и максимальной зон досягаемости для рук, соблюдая требования безопасности. Максимально допустимое число позиций рычага равно восьми. Рычаги, перемещаемые двумя руками, следует располагать в срединно-сагиттальной плоскости с отклонениями в стороны не более 100 мм. Рычаги, перемещаемые одной рукой, должны располагаться со стороны действующей руки на уровне локтя при сгибании руки в локтевом суставе под углом 90—135° и при движении «к себе — от себя». Рычаг удобнее перемещать в вертикальной плоскости, чем в горизонтальной. Необходимо, чтобы размах рычага не превышал 200 мм (в любую сторону).

Ножные органы управления (рис.22 и 23) предназначены для операций типа «включено — выключено» и регулирования состояний объекта управления. Решение о предпочтительном выборе ножных органов управления следует принимать при необходимости разгрузки рук для выполнения более тонких и точных движений, снятия излишних мышечных нагрузок, вызывающих утомление, установки одного из двух рабочих положений органа управления (включение — выключение, пуск — остановка) и быстрой, хотя и грубой, регулировки. При частом и продолжительном пользовании ножными органами управления необходимо обеспечить работу в положении сидя.

Усилие, прилагаемое к педали, определяется типом объекта управления, конструктивным решением педали, положением работающего (сидя, 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 необходимо располагать на высоте не более чем 200 мм от пола. Направление движения должно быть при-

близительно вертикальным. Движения нажатия нужно осуществлять только в голеностопном суставе. Педаль, которая рассчитывается для работы женщины, должна иметь силу сопротивления на 20—50 % меньше. Педали следует располагать в зоне досягаемости или в оптимальной зоне действия ног. При оптимальном положении ноги угол в голеностопном суставе составляет 90—110°, а в коленном — 110—120°. При рабочих движениях педалью нужно учитывать оптимальное и максимальное отклонения голени относительно горизонтальной плоскости зоны действия.

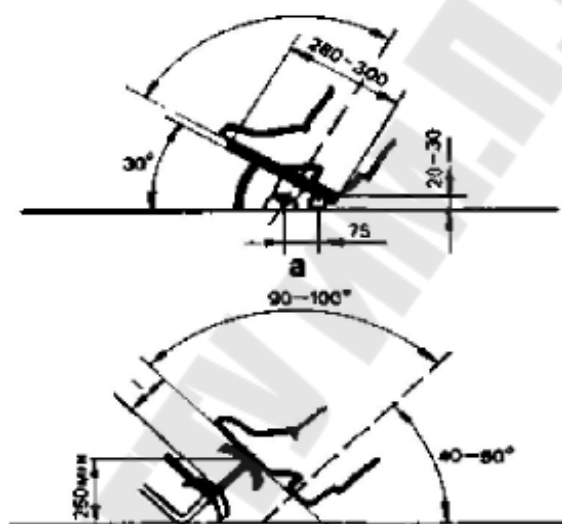
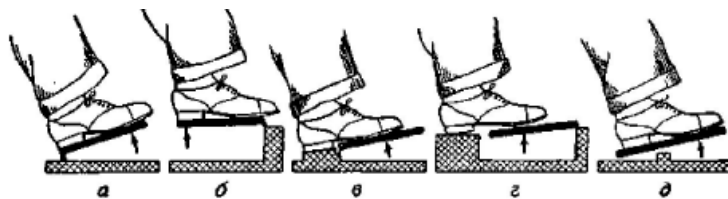


Рис. 22. Педали а - регулировочного; б - тормозного типа

Ножные кнопки, в отличие от педалей, рассчитываются на нажатие не всей ступней, а только ее передней частью при работе в стесненной зоне действия или в особых условиях. Если позволяет место, ножные кнопки следует заменять или дополнять педалями. Рабочие поверхности ножных кнопок должны быть рифлеными. Конструкция кнопок должна обеспечивать сенсорный контроль моментов нажатия.



Педали	а	б	в	г	д
Число нажатий в минуту	187	178	176	140	171
Количество полных циклов	81	63	70	74	74

Рис. 23. Виды ножных педалей

ТРЕБОВАНИЯ К РАБОЧИМ ПОВЕРХНОСТЯМ ПРИ ОПТИМАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧЕГО МЕСТА

Важным элементом оборудования рабочего места является рабочая поверхность, конструктивные особенности которой определяются спецификой деятельности, характером решаемых задач, технологическими требованиями, положением тела, антропометрическими данными, числом и размерами предметов и средств труда.

Для рабочих поверхностей рассчитываются габаритные размеры максимальные и минимальные границы досягаемости по высоте, ширине, глубине, размеры пространства для ног (сидя) и стоп (стоя), размеры подходов к каждой из них, а также оптимальная обзорность (рис.24, 25, 26).

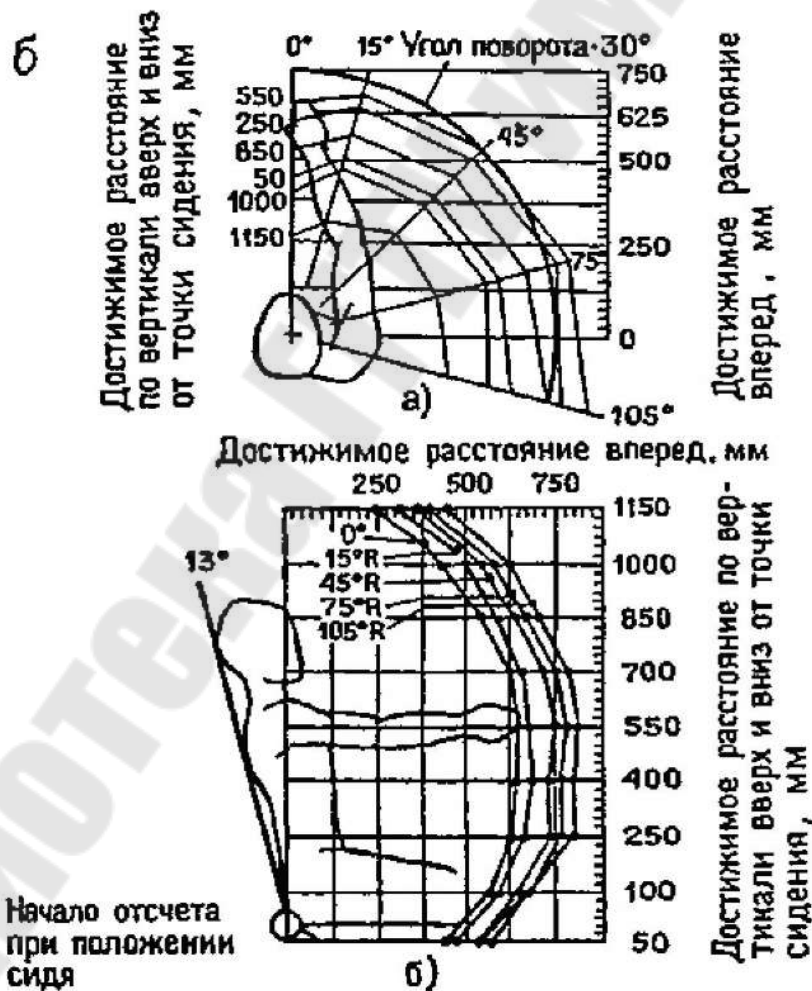
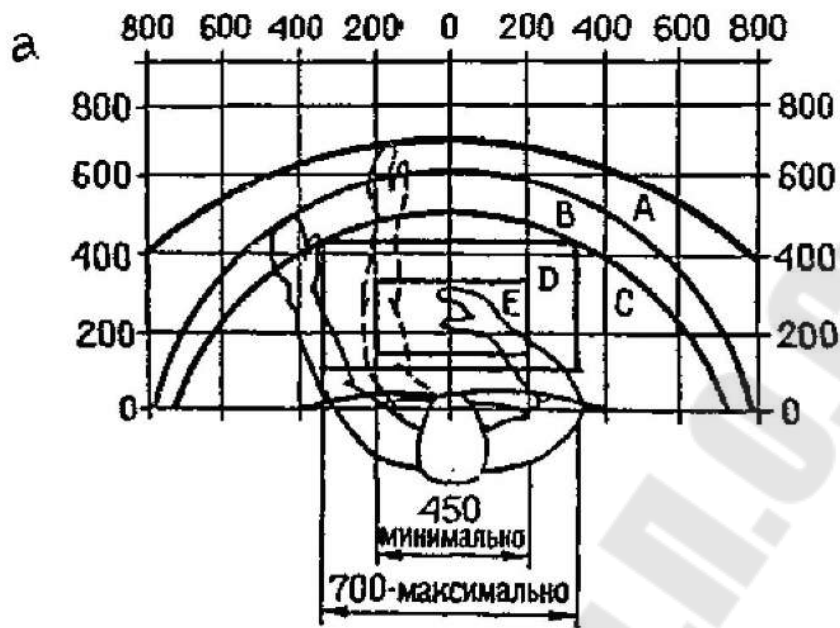


Рис. 24. Зоны досягаемости в горизонтальной плоскости

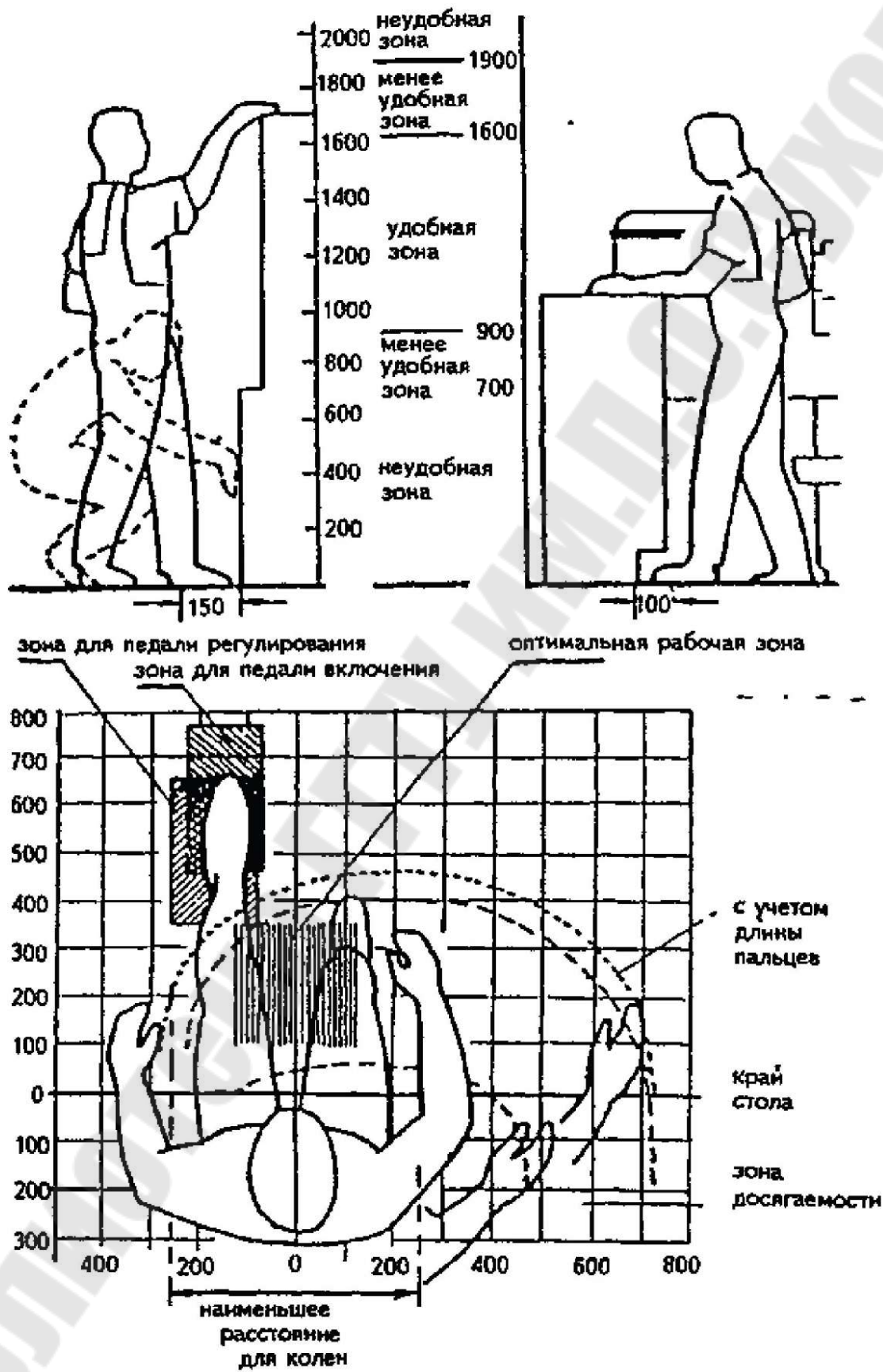


Рис. 25. Основные размеры рабочего места

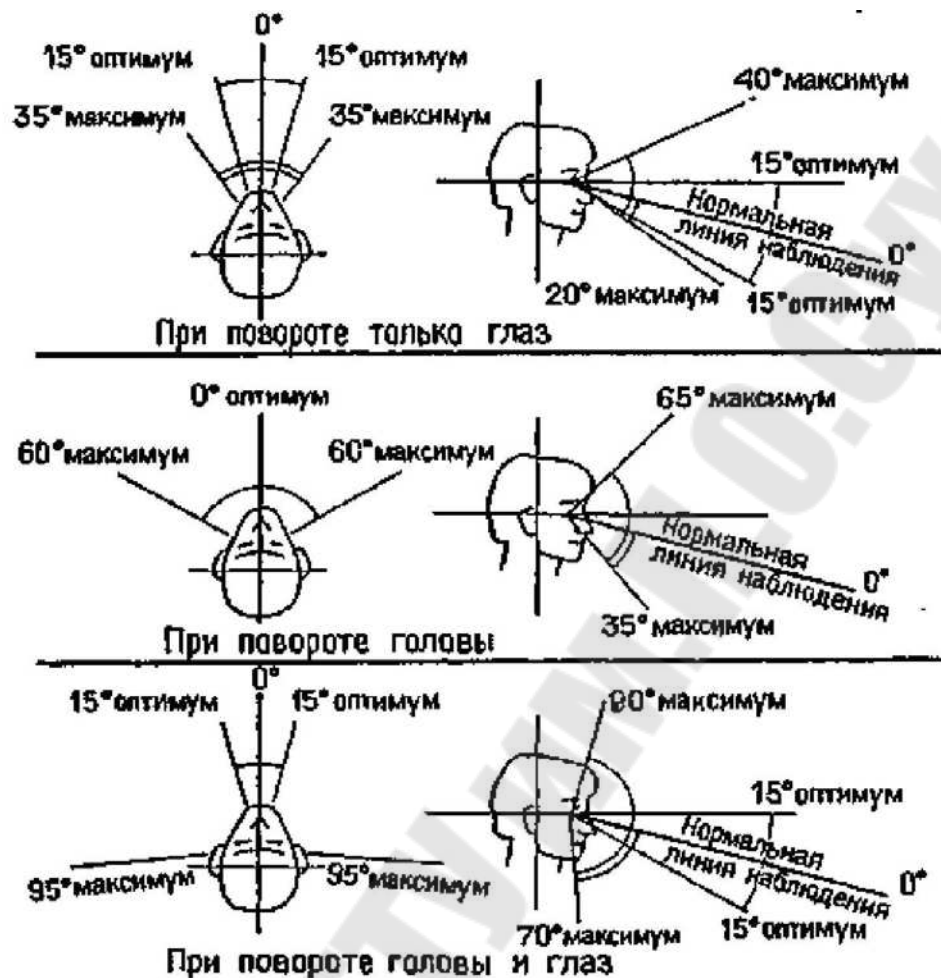


Рис. 26. Оптимальные и максимальные углы зрения оператора

Для оптимальной организации рабочего места необходимо учитывать размерные соотношения параметров рабочей поверхности с параметрами других элементов рабочего места, из которых наиболее существенными являются соотношение по высоте между рабочей и опорной поверхностями при работе стоя и сидя (сиденье, подставка для ног, пол); расстояние между передним краем сиденья и краем рабочей поверхности и соотношение ширины рабочей поверхности и подставки для ног (рис.25).

Высота рабочей поверхности определяется антропометрическими данными работающего, характером выполняемой работы, степенью ее тяжести и точностью (рис.27). Рекомендуемые высоты рабочей поверхности в положении рабочего сидя приводятся ниже (табл.6):

Таблица 6

Высота рабочей поверхности в положении рабочего сидя

Виды работ	Высота, мм
Очень точные и тонкие (монтаж плат, сборка схем и т. д.)	900 — 1020
Точные на машинах (зрительные напряжения)	800-900
Канторские работы	700-750
Машинописные работы	630-680

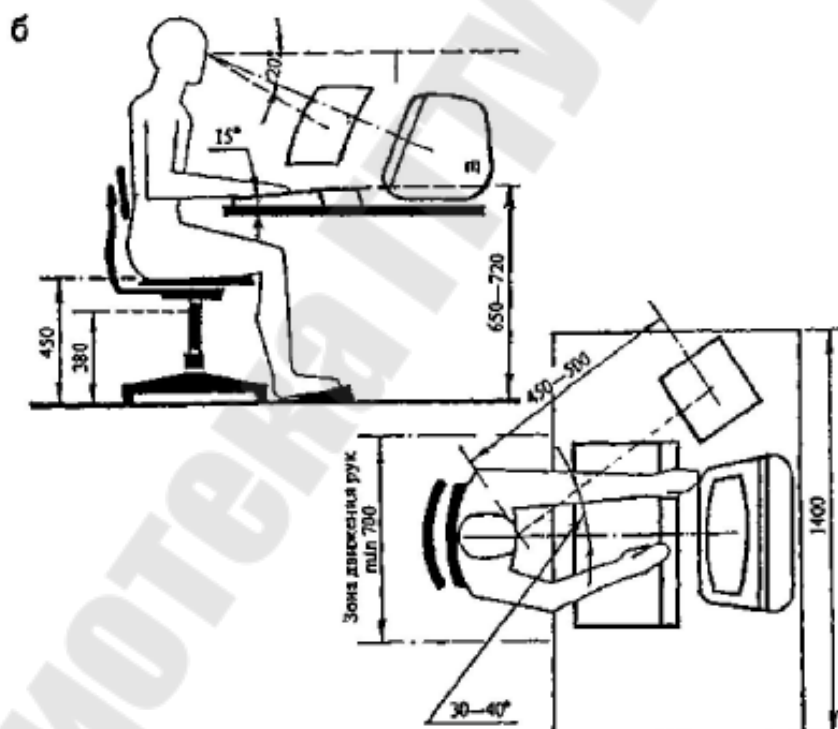


Рис. 26. Высота рабочего места при работе сидя в зависимости от характера деятельности (а); решение рабочего места с компьютером (б)

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

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

Оптимальное расстояние между высотой рабочей поверхности и сиденьем практически одинаково для всех людей (270—280 мм). Оно зависит от двух антропометрических признаков — длины туловища и высоты локтя над сиденьем, которые мало изменяются и имеют незначительные межгрупповые отличия.

При нерегулируемой по высоте рабочей поверхности, для работы стоя необходима подставка, регулируемая по высоте, с целью обеспечения удобства каждому работающему на рабочем месте. В этом случае высота рабочей поверхности рассчитывается на самого высокого рабочего, диапазон регулирования высоты подставки для ног равен разнице в росте самого высокого и самого низкого человека в группе работающих.

Положение работающего относительно переднего края рабочей поверхности, а также его подвижность в направлении назад — вперед являются важным фактором при расчете границ моторного пространства и зон досягаемости в положении стоя и сидя. При расчете этих параметров для положения сидя следует предположить, что передний край сиденья находится в одной вертикальной плоскости с передним краем рабочей поверхности или передний край сиденья вдвинут под рабочую поверхность на 100—150 мм. Для расчета параметров досягаемости в положении стоя следует допустить, что рабочий касается передней поверхностью туловища переднего края оборудования.

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

Независимо от вида работ для установления оптимальных соотношений между размерами рабочей поверхности и рабочего сиденья расчет параметров рабочего места следует начинать с определения параметров рабочего сиденья и его местоположения. Площадь рабочей поверхности должна быть достаточной для расположения пред-

метов труда, орудий и средств труда, выполнения письменных работ. Если часть тела работающего соприкасается с рабочей поверхностью, последнюю следует изготавливать из материала, обладающего низкой теплопроводностью. Покрытие рабочей поверхности должно обеспечивать оптимальный цветовой и яркостный контраст с предметом труда и не давать бликов.

Рабочий стол. В производственных цехах существует еще довольно много рабочих мест, предназначенных для выполнения ручных видов работ (например, слесарной, монтажной, очистки, упаковки, контроля изделий). Рабочий стол в этих случаях является основным оборудованием и решающим образом влияет на качество и производительность труда. Особенно важное значение имеет высота стола. Столы, предназначенные для работы сидя, имеют высоту 750, 800 или 850 мм, а для работы стоя — 900 или 950 мм. На рабочем месте слесаря правильность выбора высоты рабочей зоны, т. е. верхней поверхности зажимов тисков, проверяется тем, что при опоре локтями на эту поверхность ладонь должна оказаться под подбородком. При более тяжелых работах тиски могут располагаться несколько ниже; при точных видах — несколько выше. Столы могут иметь ящики и тумбы для инструментов, полки и т. п. при условии, что эти специальные устройства не оказывают влияния на положение тела и движения работника.

Рабочие сиденья. Основное требование, предъявляемое к рабочим сиденьям - обеспечение надежной стабильности рабочей позы при минимальной ее вынужденности. Стабилизаторами являются все составляющие рабочего сиденья: спинка, поверхность сиденья, подлокотники.

Все линейные и угловые параметры сидений должны быть рассчитаны на основе размеров тела работающих с учетом их вариабельности. При этом необходимо предусматривать по возможности большее количество регулируемых параметров сиденья, а также его подвижность относительно рабочей поверхности (если это не препятствует производственному процессу), что обеспечивает регулировку границ моторного пространства по ширине, глубине и высоте, а также в значительной степени и регулирование максимальных и минимальных границ сенсорного пространства.

Составные части сиденья по их удельной значимости можно расположить в следующем порядке.

Спинка, регулируемая по высоте и углу наклона (не более 105°); должна быть профилирована, создавая выпуклую опору для поясничного изгиба и слегка вогнутую (в верхней части) для грудного, и иметь свободное пространство для выступающих назад крестца и ягодиц. Предпочтительна высокая спинка (до линии плеч).

Профилированная поверхность сиденья в виде возвышения в задней его трети создает опору для седалищных бугров и крестца и позволяет тазу сохранять определенный угол наклона.

Регулируемая высота сиденья.

Небольшая глубина сиденья (не более 400 мм) вынуждает работающего сидеть на всей поверхности сиденья и пользоваться спинкой.

Ширина сиденья, не более 400 мм, служит в основном для опоры седалищных бугров и крестца.

Подлокотники целесообразны в тех случаях, когда они не ограничивают амплитуду рабочих движений, а также при определенных видах деятельности, например, в режиме наблюдения, контроля. Они помогают при перемене положения рабочего кресла, при вставании и усаживании, дают отдых мышцам рук и плечевого пояса. Целесообразна регулировка высоты подлокотников относительно сиденья и наличие небольшого угла наклона их переднего конца ($3-5^\circ$), что позволяет рукам, лежащим на подлокотниках быть согнутыми в локтевых суставах под тупым углом.

Соотношение высот опорных поверхностей (рабочая поверхность, сиденье и подставка для ног) - важнейший фактор стабилизации позы и ее удобства. Приступая к расчетам пространственной организации рабочего места, в первую очередь следует рассчитывать высотные соотношения этих трех элементов, а затем остальные параметры.

Ноги работающего всегда должны иметь опору. От ее наличия зависит возможность регулировки высоты сиденья и рабочей поверхности.

Шаг регулировки линейных и угловых параметров сиденья и подставки для ног не должен превышать 10 мм и 1° , т.е. верхней границы значений дифференциальных порогов проприоцептивной чувствительности.

Подлокотники. При ручных или механизированных работах, когда локти работника оказываются в воздухе, следует применять подлокотники. Подлокотники не только уменьшают расход энергии, но и существенным образом влияют на точность движений. Подлокотники

могут быть укреплены неподвижно или регулироваться в определенных пределах.

Шкафчики для инструментов. На каждом рабочем месте имеются инструменты «постоянного пользования», которые необходимо хранить в условиях, обеспечивающих сохранение их качества. Кроме того, каждый работник в начале смены берет специальные инструменты, необходимые ему для выполнения данной операции, а после окончания работы должен сдать их в инструментальную. Инструменты первой группы следует хранить в инструментальных шкафчиках. Существует много конструкций таких шкафчиков, подбираемых в зависимости от способа производства, традиций и т. п. При выполнении монтажных работ в серийном или массовом производстве инструменты на рабочее место приносятся комплектами в инструментальных ящиках.

В соответствии с указанными выше принципами работник при выполнении тех или иных операций должен разложить инструменты таким образом, чтобы они находились в наиболее удобных местах. Для этой цели служат подносы, ящики, стойки и т. п.

КОНСТРУИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ С УЧЁТОМ АНТРОПОМЕТРИИ И БИОМЕХАНИКИ ЧЕЛОВЕКА

Оборудование должно конструироваться с учётом размеров тела предполагаемой группы операторов. При этом следует учитывать:

- размеры тела взрослых, детей и пожилых людей (статические и динамические, в соответствующей одежде и/или со средствами индивидуальной защиты);
- пространство для движения тела и его частей;
- безопасные расстояния;
- доступные размеры (при работе, ремонте и техническом обслуживании) с использованием, например, антропометрических шаблонов, макетов или компьютерных моделей.

При конструировании оборудования необходимо учитывать следующие принципы:

а) высота и другие функциональные размеры оборудования должны соответствовать данным оператора и виду выполняемой им работы и подгоняться/подбираться, например, путём регулирования;

б) вид, расположение и регулируемость места для сидения должны предусматриваться с учётом размеров оператора, его позы и выполняемых им функций;

в) должно быть предусмотрено достаточное пространство для движения частей тела, участвующих в работе, чтобы можно было выполнить рабочее задание в удобной позе и удобными движениями; доступ и изменение позы должны быть лёгкими;

г) ручки и педали оборудования должны соответствовать по форме и функциям анатомии руки или ноги, а также размерам тела группы операторов. Ручки для ручного рабочего оборудования должны быть так сконструированы, чтобы оператор мог правильно за них взяться и выполнить предусмотренное движение;

д) часто применяемые органы управления, ручки и педали должны быть расположены так, чтобы они были легкодоступны оператору в нормальной рабочей позе. Другие важные органы управления, например, аварийные устройства, должны быть расположены так, чтобы оператор мог их легко достать; реже используемые органы управления не обязательно должны быть в пределах досягаемости, если только этого не требует рабочее задание.

Чтобы рабочее оборудование приспособить при конструировании к предполагаемой группе операторов, следует использовать, по крайней мере, от 5 до 95 перцентилей. В случаях, когда аспекты здоровья и безопасности находятся на первом плане, следует применять более широкий интервал — до 1 и/или 99 перцентилей согласно оценке риска. Рабочее оборудование для использования женщинами и мужчинами должно учитывать соответствующие перцентили для женщин и мужчин.

При определении внутренних размеров (например, пространства для ног) следует использовать значения 95-й перцентили. Для пределов досягаемости (например, пределы досягаемости для оператора) следует применять значения 5-й перцентили. Для регулируемых размеров рабочего оборудования приемлемый интервал должен включать в себя от 5 до 95 перцентилей.

Поза тела оператора при работе не должна наносить вред здоровью.

При конструировании оборудования следует учитывать следующие принципы:

а) неестественные позы, например искривлённые или согнутые, а также однообразная деятельность, ведущая к утомлению,

должны быть исключены. Должна быть предусмотрена возможность для изменения позы;

б) оборудование должно быть сконструировано так, чтобы позволить оператору выбирать рабочие позы, чередующиеся с сидением, стоянием и хождением. Сидение в общем предпочтительнее стояния;

в) должны быть предусмотрены основная необходимая поза и соответствующие опоры для тела. Опоры должны быть выполнены по размерам и положению так, чтобы избегать неустойчивого положения тела. Позы должны соответствовать прилагаемым усилиям. Технические вспомогательные средства должны быть предусмотрены так, чтобы обеспечить требуемое воздействие и избежать физических перегрузок. Чтобы эти требования реализовать для ручного рабочего оборудования, важно расположить рукоятки управления так, чтобы избежать их перехвата в процессе работы.

Движения тела

Рабочее оборудование должно быть сконструировано так, чтобы движения тела или его частей соответствовали естественным ритмам и способам выполнения. Особенно следует обратить внимание на то, чтобы оператор не делал частых или длительных движений с сильным поворотом суставов.

При конструировании рабочего оборудования следует учитывать следующие принципы:

а) при использовании рабочего оборудования следует избегать неподвижных поз оператора;

б) рабочее оборудование следует конструировать так, чтобы избегать повторяющихся (однообразных) движений, которые могут привести к нанесению ущерба, болезни или травмам;

в) движения, требующие высокой точности, должны выполняться с минимальным приложением усилий;

г) для ручных движений, требующих высокой точности, следует применять вспомогательные средства (например, подъемники, направляющие, фиксаторы и т. д.);

д) следует избегать приложения усилий, при которых требуется вращение или неудобное положение суставов рук и ладони.

Физическое усилие

Требования рабочего оборудования к физическим усилиям оператора при их приложении должны быть рациональными. При обращении с органами управления усилия зависят от веса, формы, вели-

чины, распределения веса и положения органов управления; от длительности и частоты применения усилий; от позы оператора (сидячая или стоячая) и от направления движения; от правил и методов работы, а также от способностей данной группы операторов (например, пола, возраста, состояния здоровья, строения тела и тренированности).

При конструировании рабочего оборудования следует учитывать следующие принципы:

а) в случае, если требуемое усилие не может быть обеспечено соответствующей мускульной группой, необходимо применять механические вспомогательные средства;

б) избегать длительного статического напряжения мышц (как, например, работа рук над головой). Масса ручного инструмента может при длительном воздействии вызвать существенное утомление мышц, поэтому её воздействие следует устранять, например путём подвешивания;

в) для уменьшения прилагаемого усилия необходимо компенсировать силу тяжести;

г) органы управления, рукоятки и педали рабочего оборудования должны быть сконструированы так, чтобы прилагаемое усилие было минимальным и не вызывало вредного воздействия на здоровье или безопасность оператора;

д) в зависимости от требуемых усилий, размера, формы и положения органов управления необходимо избегать неравномерной нагрузки тела и его частей. Чем чаще и длительнее воздействие, тем больше оно должно выполняться в сидячем положении оператора;

е) с учётом требований к работе с ручным рабочим оборудованием, масса его должна быть распределена так, чтобы было достигнуто соответствующее равновесие.

КОНСТРУИРОВАНИЕ ИНДИКАТОРОВ, СИГНАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ВОСПРИЯТИЯ И ВЫПОЛНЯЕМОГО ЗАДАНИЯ

Индикаторы и сигнальные устройства должны быть сконструированы, подобраны и размещены так, чтобы они согласовывались с особенностями человеческого восприятия и с выполняемым заданием:

а) индикаторы и сигнальные устройства должны быть сконструированы так, чтобы гарантировать их ясное и однозначное восприятие. Это относится в первую очередь к аварийным индикаторам и сигнальным устройствам.

При этом следует учитывать интенсивность, длительность сигнала, цвет, форму, величину, контрастность, а также превышение над оптическим и звуковым фоном. При сигнале тревоги воздействие усиливается, если звуковой и оптический сигналы действуют совместно;

б) чтобы избежать информационной избыточности, следует ограничить количество и типы индикаторов и сигналов, необходимых для выполнения задания, до необходимого минимума;

в) индикаторы и сигнальные устройства должны быть сконструированы так, чтобы предоставить оператору ясную и однозначную информацию, ненужной информации следует избегать;

г) индикаторы и сигнальные устройства должны быть расположены так, чтобы было возможно надёжное, однозначное и быстрое ориентирование и распознавание. При этом следует учитывать важность и частоту отдельных элементов информации, а также обратную связь в пределах рабочей задачи. Форма и содержание этой информации должны быть однозначны и хорошо известны оператору. Форма и изменяемость информации должны удовлетворять соответствующим требованиям.

Органы управления

Органы управления и их функции должны быть сконструированы, выбраны и расположены так, чтобы они соответствовали физиологическим особенностям человека (особенно его возможностям движения) и частям его тела (рукам, пальцам, ногам или другим частям тела), которые участвуют в управляющих воздействиях. При этом следует учитывать скорость и точность усилий, а также требования к их приложению. Усилия на органах управления для точных установочных перемещений не должны превышать 10Н. Величины сил для педалей должны быть не более 40Н. Горизонтальное расположение оси управления, находящейся справа, наиболее целесообразно. Наиболее часто используемые в управлении рукоятки и маховички (до 100 и более включений в час) должны быть расположены в наиболее удобной зоне (с правой стороны), а редко включаемые – расположены дальше от рабочего и с левой стороны. Правильная конструкция органов управления ведёт к уменьшению ошибок человека.

При конструировании следует учитывать следующее:

а) тип конструкции и расположение органов управления должны соответствовать рабочему заданию;

б) органы управления должны быть сконструированы и расположены так, чтобы свести до минимума опасность для здоровья и жизни оператора с учётом возможности несчастных случаев, частоты использования и т. д. Для ручных машин важнейшие органы управления должны быть расположены так, чтобы оператор мог на них воздействовать, не отпуская рукояток;

в) рабочий ход и рабочее противодействие органов управления необходимо выбирать в зависимости от рабочего задания и физиологических особенностей оператора, на основе биомеханических и антропометрических данных;

г) функции органов управления должны быть легко различимы, чтобы избежать перепутывания с другими подобными или соседними органами управления;

д) расположение и движение органов управления, их действие и связанная с ними информация должны однозначно соответствовать друг другу;

е) органы управления, особенно устройства для пуска, должны быть выбраны, сконструированы и расположены так, чтобы исключить непредусмотренное воздействие;

ж) при смене оператором одной машины на другую, похожего типа и аналогичных функций, органы управления должны быть расположены так, чтобы исключить путаницу и уменьшить количество ошибок;

з) пульт управления должен быть сконструирован относительно формы, положения и блокировок так, чтобы исключить возможность человеческих ошибок;

и) количество органов управления должно быть сведено к необходимому минимуму. Органы управления должны быть расположены так, чтобы необходимые по рабочему заданию их положения достигались ясно и однозначно. Чтобы этого достичь, следует учитывать последовательность расположения, важность и частоту отдельных движений.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ В ПРОЦЕССЕ КОНСТРУИРОВАНИЯ

Конструирование рабочего оборудования может быть описано при применении системного моделирования как методологический процесс, а такие основные задачи, как определение цели, установление требований и оценка являются составными частями этого процесса. При этом следует учитывать основные конструктивные и человеческие факторы.

Процесс конструирования можно разбить на четыре этапа:

- разработка и уточнение технических требований;
- разработка предварительного конструкторского проекта (или проектов);
- разработка детального конструкторского проекта;
- выполнение.

На этапе 1 разрабатывают и уточняют соответствующие системные требования для создания перечня выполняемых функций.

На этапе 2 конструктор разрабатывает эскизную документацию последовательно до тех пор, когда следует определиться с концепцией дальнейшей работы.

На этапе 3 конструктор продолжает разработку проекта до получения результатов, на основе которых можно создать рабочую конструкторскую документацию.

На этапе 4 конструктор уточняет последние детали и создаёт окончательный проект. Оператор должен участвовать в этом процессе как можно раньше.

Выполнение задач эргономики

Эргономические задачи в процессе конструирования выполняют в соответствии с таблицей 7. На каждой стадии этого процесса выполняют комбинации этих задач. При этом глубина анализа должна соответствовать этапу конструирования.

Разработка требований к конструированию в соответствии с эргономическими принципами.

Разработка и уточнение требований. Конструирование рабочего оборудования зависит от рабочего процесса и выполняемых задач. При этом рабочее оборудование является составной частью рабочего процесса. Первоначальные решения вопросов конструирования должны быть оценены с точки зрения технических требований. Чтобы использовать преимущества эргономических принципов конструиро-

вания, следует уже на ранней стадии разработки учитывать требования оператора (см. пункты 1 и 2 таблицу 7).

Таблица 7

Выполнение эргономических задач в процессе конструирования

Эргономическая задача	Описание задачи
1. Установление и уточнение технических данных	Установление вклада эргономики при создании эффективной, надёжной и безопасной системы
2. Определение группы операторов	Определение специфических особенностей операторов, которые используют рабочее оборудование
3. Проведение анализа задачи	Разделение функций между оператором и рабочим оборудованием. Установление задания для оператора (например, воздействие на органы управления, загрузка машины). Разделение задания на отдельные составные части, чтобы для каждого оператора определить последовательность воздействий на органы управления в пределах определённого отрезка времени (например, наблюдение отклонения стрелки, установка органов управления в заданное положение)
4. Установление требуемых эргономических данных	Установление эргономических данных для оценки определённого проекта посредством анализа задания. Пример в пункте 3 мог бы указывать на необходимость установления дальнейших требований при конструировании индикаторов (например, читаемость, точность и расположение), при расположении индикаторов и органов управления (которые позволяют оператору сохранять эффективную и естественную позу) и при конструировании органов управления (ограничение усилий, применяемых оператором, исключение случайного нажатия). Эргономические принципы, которые следует учитывать при определении требуемых данных, приведены в разделе 4
5. Определение требуемой документации	Определение информации, которая должна быть приведена в документации для оператора, например в руководстве по управлению и обслуживанию
6. Определение требований к обучению	Учёт результатов анализа задания с целью определить особые требования по обучению оператора на рабочем оборудовании, а также влияние на безопасность, расходы и т.д. (например, использование стимулов для обучения, чтобы избежать ошибок оператора)
7. Выбор метода оценки	Определение метода оценки результата по пункту 4 в сравнении с требованиями имеющегося проекта, например применение стандартов, компьютерные способы конструирования, моделирование рабочего задания и рабочих условий

8. Оценка выбранного проекта	Применение выбранных методов согласно пункту 7 с целью определить соответствие эргономических требований проекта заданным условиям (на основе данных, полученных в пункте 4)
9. Оценка результатов анализа	Решение, может ли быть достигнут компромисс между конструкторско-техническими и эргономическими требованиями, если нет, то определить, не следует ли повторить требования пунктов 3-7 частично или полностью в новом переработанном проекте
10. Оценка при участии оператора	Применение масштабных или натурных моделей рабочего оборудования или его частей или применение макетов, чтобы оценить проект совместно с оператором и по возможности определить объём работы. Это должно включать оценку любой документации
11. Оценка результатов практического опыта оператора и изменения проекта	Новая оценка проекта с учётом изменений, которые получены на основе практического опыта оператора, и, при необходимости, повторение требований пунктов 3-10

Разработка предварительного проекта

Начальная детализация требований оператора должна учитывать:

- результаты анализа деятельности оператора на изменённой машине или, в случае новой машины, на машине-аналоге;
- соответствие функций рабочего оборудования и оператора;
- рабочие задания, которые должен выполнять оператор на рабочем оборудовании;
- взаимодействие между оператором и рабочим оборудованием.

Требования должны быть оценены в соответствии с эргономическими принципами. Результаты оценки следует классифицировать по степени их приемлемости. Если требования оператора лежат вне эргономически приемлемых границ, требуется конструкторская переработка проекта (см. пункты 3-9 таблицы 7). Если разумный компромисс между техническими и эргономическими требованиями не достижим, то следует предпринять другие меры, например, разработать инструкции оператору о наилучших методах работы с рабочим оборудованием.

Разработка детального проекта

Этот этап предусматривает глубокую проработку выбранного конструкторского решения, а также определение детальных конструкторских данных (см. пункты 3-9 таблицы 7). Чтобы гарантировать,

что в детальном проекте учтены требования конструкторов и операторов. При этом следует провести анализ рабочего задания, чтобы установить оптимальное взаимодействие между оператором и рабочим оборудованием и учесть это в проекте.

Анализ задания позволит конструктору точно определить объём работы оператора. Кроме того, он может на основе этого анализа решать, какую информацию следует предоставлять оператору.

Детальный проект должен последовательно прорабатываться, пока не будет окончательного конструкторского решения с точными техническими характеристиками. После выработки конструкторского решения следует разработать необходимую документацию. Документация должна содержать информацию для оператора об эргономическом использовании рабочего оборудования.

Выполнение

Проведение практических экспериментов с участием оператора рекомендуется для того, чтобы установить, нуждается ли конструкция в дальнейшем улучшении (см. пункты 10 и 11 таблицы 7). Практические эксперименты с применением масштабных или натурных моделей могут дать указания на возможные ошибки конструирования, а также дать конструктору возможность усовершенствования на основе опыта оператора. Такие эксперименты весьма важны с экономической точки зрения, поскольку позволяют избежать последующих изменений при производстве. Разработка документации (включая инструкции для операторов) может выполняться также при практических экспериментах при взаимодействии с оператором, причём изменения проводят на основе мнения оператора. После окончания практических экспериментов и после учёта полученных при конструировании машины знаний, как для этой, так и для будущих машин такого же типа, можно окончательно конструировать остальные компоновочные детали и оформлять окончательную документацию.

ЭРГОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СИСТЕМ ЧЕЛОВЕК – МАШИНА

Эргономическая оценка СЧМ является обязательным элементом целостной оценки качества промышленной продукции и важным этапом при их разработке и совершенствовании, а также при экспертизе и аттестации изделий по категориям качества. Целью эргономической оценки является определение соответствия показателей объекта тре-

бованиям и установление эргономического уровня качества оцениваемого объекта, т. е. степени реализации эргономических требований.

В общем случае эргономическая оценка качества проводится при аттестации продукции по категориям качества, выборе наилучшего ее варианта, планировании показателей качества, контроле качества, анализе информации о качестве. Применительно к конструированию СЧМ эргономическая оценка качества заключается в сравнении различных возможных вариантов проектируемых систем для выбора наилучшего и в конечной оценке разработанной СЧМ.

Научно-методической основой оценки качества продукции является квалиметрия.

Практические задачи эргономической квалиметрии заключаются в разработке методов определения численных значений показателей качества, сбора и обработки исходных данных для их вычислений и установление требований к точности таких вычислений; методов определения оптимальных значений показателей качества различных видов продукции при их стандартизации; единых принципов и методов оценки уровня качества продукции для обеспечения репрезентативности и сопоставимости результатов оценки; единых принципов и методов оценки отдельных свойств продукции, а также обоснование выбора и установление состава показателей качества продукции при прогнозировании и планировании повышения качества продукции

Использование при оценке системы эргономических показателей качества дает возможность определить его потенциальную эффективность до выполнения предназначенных функций, а также оценить варианты решений в процессе разработки СЧМ. В качестве самостоятельных следует выделить вопросы, касающиеся экспертизы и аттестации промышленной продукции.

Рекомендуется несколько принципов проведения эргономической оценки.

Комплексный принцип с использованием показателя эргономичности объекта рекомендуется для контроля его качества при аттестации, при обосновании предложений по повышению уровня качества и т. п. Дифференциальный принцип целесообразно применять для оценки объекта по отдельным эргономическим показателям, для анализа (оценки) вариантов решений в ходе разработки системы, установления показателей, не отвечающих эргономическим требованиям.

Смешанный принцип включает элементы комплексного и дифференциального принципов эргономической оценки.

Для выбора метода оценки используются принципы альтернативного решения, качественной и количественной оценок. Принцип альтернативного решения выбирается при отсутствии определенного эргономического показателя, соответствующего ЭТ к объекту оценки. Принцип качественной оценки используется при наличии только вербально описываемых характеристик объекта оценки, а принцип количественной оценки — для оценки показателей экспериментальным или расчетным методом.

В оценке значений эргономических показателей качества могут применяться экспериментальный, расчетный, экспертный методы.

Для применения экспериментального метода в эргономике может оказаться необходимой разработка специальной аппаратуры и методик. Данный метод дает надежные результаты, но его реализация связана с трудностями.

В методике эргономической оценки качества продукции в настоящее время целесообразно сочетать два взаимно дополняющих друг друга метода: экспертную оценку и экспериментальный метод, который может быть успешно использован при экспертной оценке для измерения эргономических параметров изделия (усилия на органах управления, размеры моторного поля оператора, светотехнические характеристики средств отображения информации и т. п.). Требования к использованию экспертных групп, процедуре оценки, условиям проведения экспертизы установлены НТД «Система управления качеством продукции» и в полной мере относятся к эргономической оценке уровня качества СЧМ

Предлагаемая номенклатура построена по иерархическому принципу и включает четыре уровня. Показатель эргономичности (нулевой уровень) представляет собой аддитивную функцию произведений групповых показателей на их коэффициенты весомости.

Первый уровень включает групповые показатели функциональной, информационной и конструктивной адекватности взаимодействия человека-оператора с оцениваемым техническим средством. Данная группа показателей характеризует управляемость, информативность и обслуживаемость СЧМ.

Ко второму уровню относятся групповые показатели, которые объединяют исходные единичные эргономические показатели в своего рода блоки, каждым из которых оценивается определенный ком-

понент трудовой деятельности человека-оператора (восприятие, различение, идентификация, исполнение и т. п.). С их помощью в необходимых случаях можно проводить дифференциальную сравнительную оценку функциональной соотнесенности, алгоритмической упорядоченности размещения средств отображения информации и органов управления, а также пространственно-компоновочное и конструктивное решение рабочего места.

На третьем уровне с помощью единичных показателей оценивается полнота учета эргономических требований к конструктивным частям изделия, с которыми непосредственно взаимодействует человек-оператор (органы управления и контроля, средства индикации, сигнализаторы и т. п.).

По результатам оценки составляется заключение экспертной комиссии по эргономической оценке.

Результаты заключения экспертной комиссии используются при составлении в соответствии с ГОСТ 2.116—84 карты технического уровня и качества продукции в части эргономики.

ЭСТЕТИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В практике художественного конструирования во многих случаях требования технической эстетики связаны с некоторыми правилами создания технологических конструкций изделий, например:

требованием технологичности являются уменьшение длины кинематической цепи изделия, так как механизм с короткой кинематической цепью, как правило, менее трудоёмок в изготовлении; вместе с тем уменьшение длины кинематической цепи, замена механических устройств электрическими, рычажного управления - кнопочным и др. облегчают задачу конструктора при нахождении рациональной эстетической формы конструкции;

работая над эстетическим видом изделия, очень важно правильно подобрать пропорции основных сборочных единиц и всей конструкции, что удовлетворяет требованиям эстетики и улучшает технологичность конструкции; большое значение для улучшения эстетического вида изделия в целом имеет внешний вид таких деталей, как рукоятки и маховички управления, пусковые кнопки, сигнальные лампы, фирменные таблички и др.: формы этих деталей должны соот-

ветствовать всей конструкции изделия и быть технологичными в изготовлении;

особое внимание должно быть уделено таким декоративным деталям, как кожухи и крышки, умелое использование которых позволяет решить сложные вопросы увязки эстетики изделий с их технологичностью.

Требования технической эстетики представляют собой комплекс социально - экономических, функционально - конструктивных, эргономических и эстетических требований, выполнение которых должно обеспечить создание общественно целесообразных, технически совершенных, экономичных, удобных в эксплуатации и эстетически выразительных изделий.

Требования технической эстетики реализуются методами художественного конструирования, которое направлено на достижение: единства эстетического и функционально - технического уровня изделия; композиционного единства и гармоничности форм; декоративности и гармоничности цветофактурного решения поверхностей с учётом особенностей тактильного восприятия; высокого качества отработки наружных элементов изделия.

Кроме общих требований технической эстетики к определённым видам изделий должны быть предъявлены конкретные требования в соответствии с особенностями формы, условий эксплуатации и обслуживания, а также условий среды (производственное помещение, открытая площадка и др.). К изделиям, имеющим посты оператора, следует предъявлять дополнительные требования, характеризующие композиционные решения.

Требования технической эстетики учитывают при разработке технического задания на изделие; техническое задание устанавливает также состав художественно - конструкторского проекта.

К оцениваемым эстетическим показателям относятся: современность художественно - конструкторского решения изделия; функционально - конструктивная выразительность формы; гармоническая целостность композиционной структуры; совершенство производственного исполнения элементов внешней формы.

Показатель современности художественно - конструкторского решения изделия характеризует:

степень и специфические особенности проявления основных принципов художественно - конструкторского решения изделия;

степень соответствия художественно - конструкторского решения изделия современному уровню техники;

степень применения в художественно - конструкторском решении изделия прогрессивных конструкций и материалов;

степень соответствия стилового решения изделия прогрессивным тенденциям формообразования;

степень оригинальности и новизны художественно - конструкторского решения;

степень согласованности формы изделия с современным подходом к решению функционально - предметной среды.

Показатель функционально — конструктивной выразительности формы характеризует:

функциональную целесообразность художественно - конструкторского решения каждого элемента формы;

образную информативность формы, свидетельствующую как о прямом назначении изделия, так и о его месте и роли в окружающей функциональной среде;

выраженность в форме изделия его конструктивных закономерностей (тектоничность). Показатель гармонической целостности композиционной структуры характеризует:

гармоничность пропорций, масштабную соразмерность частей и целого, ритмичность композиционных элементов изделия;

целостность пластического решения формы, стилевое единство всех его элементов;

гармоничность цветового и фактурного решения, их соответствие общему композиционному замыслу;

согласованность графических и декоративных элементов с композиционным решением изделия.

Показатель совершенства производственного исполнения элементов внешней формы характеризует:

стабильность товарного вида изделия в процессе эксплуатации, устойчивость элементов формы к повреждениям;

степень отделки поверхности изделия (их механической обработки, нанесение защитно- декоративных покрытий и др.);

тщательность исполнения швов, стыков, соединений, сопряжений, креплений;

четкость исполнения графических и декоративных элементов.

Традиционный подход к выбору покрытий, как завершающему этапу конструкторской разработки далеко не всегда может обеспечить

требования технической эстетики, что следует из определения покрытий как органической части формы и образующего ее материала. В связи с этим покрытия и способы их нанесения следует выбирать в процессе конструирования отдельных деталей, сборочных единиц и изделия в целом с учетом основных эксплуатационных и технологических факторов.

В случаях, когда поверхность детали несет доминирующую функциональную нагрузку (отражатели, шкалы, номограммы и др.) покрытие в известной мере определяет выбор конструкционного материала.

Сложный комплекс факторов, которые необходимо учитывать при выборе покрытия, исключает какие-либо универсальные рекомендации. Однако, общие сведения могут способствовать оптимальному решению конкретных задач. Схема иллюстрирует необходимость одновременного учета основных функционально-эксплуатационных требований, предъявляемых к деталям конструкции, и технологических характеристик последних

Цвет играет важную роль в оптимальном режиме функционирования системы машина - человек - среда; значение цвета проявляется в цветовой отделке изделий машиностроения.

Цветовое решение должно удовлетворять ряду требований, основными из которых являются: информационно-смысловое значение (информация о функциях изделия, сигнализация о состоянии производственной среды с точки зрения безопасности, обозначение органов управления и др.); рекламная эффективность (товарный вид изделия); эмоционально-эстетическое воздействие на человека.

Положительное эмоционально-эстетическое воздействие цветового решения на человека обеспечивают: созданием комфортных психофизических условий функционирования человеческого организма в ходе трудового процесса; формированием обстановки, способствующей творческому подходу человека к своей работе.

Цветовой фактор психофизического комфорта обеспечивает: оптимальные условия восприятия человеком формы предметов (машины, станка, инструментов и т.д.);

оптимальные условия восприятия пространства, в котором происходит трудовой процесс;

частичную компенсацию неблагоприятных воздействий производственного процесса (снижение зрительной утомляемости и т.д.);

улучшение санитарно-гигиенических условий;

повышение степени безопасности производственных процессов.

При выборе рационального цветового решения изделий определенного вида следует проанализировать комплекс конкретных условий и факторов:

характер технологического производственного процесса, выполняемого изделием;

функциональное назначение изделия;

размеры изделия;

условия безопасности процессов труда.

Цвет влияет на качественное восприятие готового изделия.

Многие специалисты рекомендуют окрашивать оборудование в светло-серые, светло-зелёные, светло-голубые тона, так как они обладают высоким коэффициентом отражения (около 60 %).

Кроме того, изделия должны быть окрашены таким образом, чтобы создавался цветовой контраст между их отдельными частями.

Внутренние поверхности корпусных деталей целесообразно окрашивать в тёмные тона, так как это облегчает сборку, контроль и регулирование механизма, собранного в корпусе. Внутренние части панелей, люков нужно окрашивать в яркие цвета для того, чтобы они отчётливо выделялись в открытом положении. Цветовое обозначение приспособлений и некоторых инструментов облегчает обслуживание сложных машин и установок.

Подвижные устройства (транспортная техника, краны, автопогрузчики, автомашины, электрокары и др.) должны чётко выделяться на общем фоне. Для привлечения к ним максимального внимания необходимо окрашивать их, например, в ярко-оранжевые цвета, на передние и задние части машины наносить чёрные и жёлтые полосы. Число цветов должно быть минимальным. Во многих случаях два или три цвета обеспечивают необходимый эффект.

Особое значение приобретает цвет при использовании его в сигнальных системах. Применение цвета для любых кодирующих систем должно совпадать с его укоренившимся значением.

Рациональное использование сигнальных цветов во многих случаях может значительно повысить надёжность работы человека, уменьшить число ошибок в опасных случаях. Окраску изделий лакокрасочными материалами сигнальных цветов и нанесение (установку) знаков безопасности должно выполнять предприятие-изготовитель изделия в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026 - 80.

Швецов Александр Николаевич

**ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ**

ПОСОБИЕ

для слушателей специальности 1-59 01 01

**«Охрана труда в машиностроении
и приборостроении»**

заочной формы обучения

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 29.08.16.

Рег. № 86Е.

<http://www.gstu.by>