

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерного проектирования

Кафедра инженерной психологии и эргономики

**Л. А. Вайнштейн**

## **ЭРГОНОМИКА**

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия для студентов учреждений  
высшего образования по специальностям  
«Психология труда, инженерная психология, эргономика»,  
«Управление безопасностью производственных процессов»,  
«Охрана труда»*

В двух частях

Часть 2

Минск БГУИР 2018

УДК 331.101.1(075.8)  
ББК 30.17я73  
В14

Рецензенты:

кафедра психологии Белорусского государственного университета  
(протокол №5 от 28.12.2017);

член-корреспондент государственного научного учреждения «Объединенный институт машиностроения Национальной академии наук Беларуси»  
доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР  
Г. Г. Маньшин

**Вайнштейн, Л. А.**

В14 Эргономика : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2 / Л. А. Вайнштейн. – Минск : БГУИР, 2018. – С. 209–370 : ил.  
ISBN 978-985-543-420-8 (ч. 2).

Изложена эргономика как инновационная научная и проектировочная дисциплина. С системных позиций рассмотрены методологические основы эргономики, предпосылки и история развития, сущность проблемы человека и техники, система «человек – машина – среда», содержание операторской деятельности человека в СЧМС, эргономические свойства техники и эргономические характеристики человека как оператора, профессиональная деятельность человека и его функциональные состояния в процессе работы, эргономичность СЧМС и юзабилити ПО, вопросы создания рабочих мест и информационного взаимодействия человека и техники.

Адресуется студентам, а также магистрантам высших учебных заведений технических, психологических, экономических, управленческих специальностей, интересующихся проблемами эргономики, взаимодействия человека и техники, преподавателям и специалистам, занимающимся вопросами создания, эффективности и безопасности систем «человек – машина – среда».

Издано в двух частях. Часть 2 издания включает темы 10–15 учебного пособия.  
Табл. : 12. Ил. : 39.

УДК 331.101.1(075.8)  
ББК 30.17я73

ISBN 978-985-543-420-8 (ч. 2)  
ISBN 978-985-543-418-5

© Вайнштейн Л. А., 2018  
© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2018

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

<b>Тема 10. Эргономические характеристики человека-оператора</b> .....	211
10.1. Антропометрические характеристики человека-оператора.....	211
10.2. Характеристики зрительной деятельности.....	218
10.3. Характеристики слуховой деятельности .....	226
10.4. Рабочие движения человека-оператора .....	229
10.5. Рабочие позы человека-оператора.....	234
<b>Тема 11. Эргономические свойства и показатели техники, аппаратных средств и программного обеспечения</b> .....	243
11.1. Формирование эргономических требований к системе «человек – машина – среда».....	243
11.2. Эргономичность системы «человек – машина – среда».....	248
11.3. Эргономические свойства и показатели .....	251
11.4. Юзабилити программного обеспечения .....	255
11.5. Реализация понятия «юзабилити» .....	259
11.6. Качество продукции и стандартизация эргономических требований .....	265
<b>Тема 12. Эргономические основы создания систем «человек – машина – среда»</b> .....	278
12.1. Системное проектирование систем «человек – машина – среда».....	278
12.2. Эргономическое обеспечение проектирования техники.....	280
12.3. Эргономическое проектирование системы «человек – машина – среда» .....	283
12.4. Проектирование деятельности человека-оператора .....	287
12.5. Цикличность и последовательность эргономического проектирования.....	290
12.6. Эргономическая оценка технических средств и деятельности человека-оператора .....	292
<b>Тема 13. Эргономическая организация профессиональной деятельности</b> .....	297
13.1. Рабочее место человека-оператора: понятие, состав и классификация.....	297
13.2. Общие эргономические требования к рабочему месту .....	298
13.3. Выбор рабочей позы и параметров рабочего места.....	300
13.4. Посадочные элементы рабочего места .....	301
13.5. Организация интерьера рабочего места и офиса .....	305
13.6. Офис и рабочее место .....	308
<b>Тема 14. Эргономика рабочего места, оборудованного компьютером</b> .....	312
14.1. Влияние компьютера на здоровье человека .....	312
14.2. Эргономика рабочего места, компьютера и дисплея .....	316
14.3. Требования по охране труда и технике безопасности при работе с ПЭВМ.....	322
14.4. Организация труда оператора при использовании компьютера .....	328
14.5. Профилактика утомления при работе с персональным компьютером.....	329
14.6. Эргономика и дизайн офиса и рабочего места, оснащенного компьютером.....	331
<b>Тема 15. Информационное взаимодействие человека-оператора и технических средств деятельности</b> .....	334
15.1. Средства отображения информации .....	334
15.2. Визуальная деятельность человека-оператора на основе информационных моделей .....	337
15.3. Эргономические требования к средствам отображения информации.....	342
15.4. Органы управления .....	345

15.5. Эргономические рекомендации по применению органов управления.....	350
15.6. Совместное применение средств отображения информации и органов управления.....	353
15.7. Кодирование информации .....	355
15.8. Кодирование средств отображения информации .....	356
15.9. Кодирование органов управления.....	359
<b>Заключение .....</b>	<b>361</b>
<b>Литература .....</b>	<b>362</b>
<b>Основное содержание .....</b>	<b>367</b>

Библиотека БГУИР

## Тема 10. ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА

### 10.1. Антропометрические характеристики человека-оператора

**Антропометрией** называется измерение размеров тела человека и отдельных его частей. *Антропометрические характеристики* включают различные размеры человеческого тела и разделяются на *динамические* и *статические* [2, 6, 7, 76]. К **статическим характеристикам** относятся *размеры головы, рук, ног, стоп, туловища*. Они используются для установления размеров конструктивных параметров рабочего места или изделия (высота, ширина, глубина и др.). Поскольку в процессе трудовой деятельности как сам человек, так и части его тела (голова, верхние и нижние конечности и т. д.) перемещаются, важное значение имеют **динамические характеристики** человека-оператора. К динамическим характеристикам относятся амплитуды движений головы, рук и ног. Они используются для определения объема рабочих движений, зон досягаемости и видимости. По динамическим характеристикам рассчитываются: а) пространственная организация рабочего места; б) размах движений вращающихся переключателей; в) биомеханические модели и манекены.

Любая антропометрическая характеристика является случайной величиной, подчиненной нормальному закону распределения. Если, например, измерить рост (переменная) большого числа мужчин и женщин, случайно выбранных из толпы прохожих, то в этой выборке окажется относительно небольшая процентная доля очень высоких и очень низкорослых людей. Большинство людей из выборки будут иметь средний рост или около него. При графическом представлении данных большого числа измерений этой переменной получится кривая характерной колоколообразной формы, которая называется *кривой нормального распределения* (или *нормальной кривой*). В графической форме эти наблюдения можно представить в виде кривой нормального распределения, изображенной на рис. 21. Примеры нормального характера распределения одного из антропометрических признаков – размах рук, согнутых в локтях при распределении 90 и 95 %, показаны на рис. 22.

Любую нормальную кривую можно описать с помощью двух чисел. Одно из них – усредненное по всем измерениям значение переменной, т. е. **среднее значение** распределения. Как показано на рис. 21, точка с абсциссой  $\mu$  лежит на оси симметрии кривой. Второе число, описывающее нормальную кривую, характеризует вариабельность, или разброс точек кривой относительно среднего значения. С помощью математических преобразований вариабельность всех кривых такого вида можно выразить через стандартную единицу, которая называется **стандартным отклонением**  $\sigma$ .

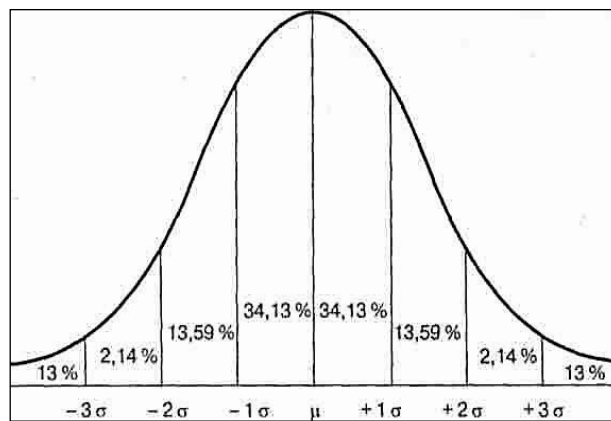


Рис. 21. Кривая нормального распределения

Если известны среднее значение и стандартное отклонение нормальной кривой, то любой человек может точно воспроизвести эту кривую, поскольку при нормальном распределении переменной в каждый интервал длиной в одно стандартное отклонение влево или вправо от среднего значения попадает строго определенная процентная доля всех наблюдавшихся значений переменной. Эти процентные доли указаны на рис. 21; например, 68,26 % всех значений переменной отличаются от среднего значения не более чем на одно стандартное отклонение (по 34,13 % в меньшую и большую стороны).



Необходимый диапазон изменчивости учитываемой характеристики задается: 1) либо в долях среднеквадратичного отклонения по отношению к математическому ожиданию  $M$ ; 2) либо с помощью перцентилей [2, 5, 6, 9]. Перцентилем называется сотая доля измеренной совокупности, которой соответствует определенное значение антропометрической характеристики. Между интервальными и перцентильными значениями антропометрических признаков существуют соотношения, которые приведены в табл. 8. Пользуясь данными табл. 8, в каждом конкретном случае можно рассчитать, какому количеству человек (в процентах) будет удовлетворять данная конструкция рабочего места.

Исходные данные для выбора диапазона изменения антропометрических признаков

Интервал	Перцентили	Количество человек, %
$M \pm 2,5\delta$	1–99	98
$M \pm 2\delta$	2,5–97,5	95
$M \pm 1,65\delta$	5–95	90
$M \pm 1,15\delta$	12,5–87,5	75
$M \pm \delta$	16–84	68
$M \pm 0,67\delta$	25–75	50

Например, орган управления, расположенный в верхней части рабочего места (при работе стоя) на высоте  $M = 213,8$  см (см. табл. 8, 9), для 50 % операторов будет неудобен при эксплуатации. Если же этот орган управления разместить на высоте 197 см ( $M - 2\delta$ ), то его достанут 97,5 %, а на высоте 205,4 см ( $M - \delta$ ) – 84 % операторов. В практике построения рабочих мест обычно не берется более  $M \pm 2\delta$ , так как дальнейшее расширение границ нецелесообразно с экономической точки зрения. Во всех расчетах, где оператор должен что-то доставать, до чего-то дотягиваться, следует исходить из минимальных антропометрических характеристик. Поэтому минимальными табличными значениями ( $M - 2\delta$ ) необходимо пользоваться при определении зон досягаемости, а максимальными ( $M + 2\delta$ ) – при определении размеров кресла, высоты ниши для ног и т. д. Средние размеры должны использоваться при определении центра лицевой панели пульта управления, зон размещения индикаторов и органов управления.

Наиболее часто используемые при организации рабочего места и эргономической оценке антропометрические характеристики (размеры туловища) приведены в табл. 9 [7]. Помимо размеров туловища, приведенных в табл. 9, в практике эргономического проектирования используется целый ряд других характеристик. Различные антропометрические динамические размеры мужчин и женщин приведены на рис. 23, 24 [2, 7].

При пользовании антропометрическими данными не допускается сложение простых классических размеров для получения эргономических размеров, так как размеры, полученные путем сложения, на 5–10 см больше, чем те, которые измерены непосредственно.

Таблица 9

## Статические антропометрические характеристики

В сантиметрах

Поза	Наименование характеристики	Мужчины		Женщины		Область применения
		М	$\delta$	М	$\delta$	
Стоя	Длина тела (рост)	167,8	5,8	156,7	5,7	Определение высоты оборудования, высоты рабочего помещения и проходов
	Длина тела с вытянутой вверх рукой	213,8	8,4	198,1	7,5	Определение зоны досягаемости по вертикали для размещения органов управления
	Длина руки, вытянутой вперед	64,2	3,3	59,3	3,1	Определение зон досягаемости по глубине
	Длина руки, вытянутой в сторону	62,2	3,3	56,8	3,0	Определение зон досягаемости по фронту
	Высота глаз	155,9	5,8	145,8	5,5	Определение высоты рабочей поверхности, размещения СОИ и зон обзора
Сидя	Длина тела	130,9	4,3	121,1	4,5	Определение высоты оборудования, высоты кабины в машинах
	Высота глаз (от пола)	118,0	4,3	109,5	4,2	Определение высоты рабочей поверхности, размещения СОИ
	Высота плеча (от пола)	100,8	4,2	52,9	4,1	Определение высоты рабочей поверхности, зоны управления рычагами
	Высота колен	50,6	2,4	46,7	2,4	Определение высоты сиденья
	Длина вытянутой ноги	104,2	4,8	98,3	4,7	Определение зоны размещения органов ножного управления (педаль)



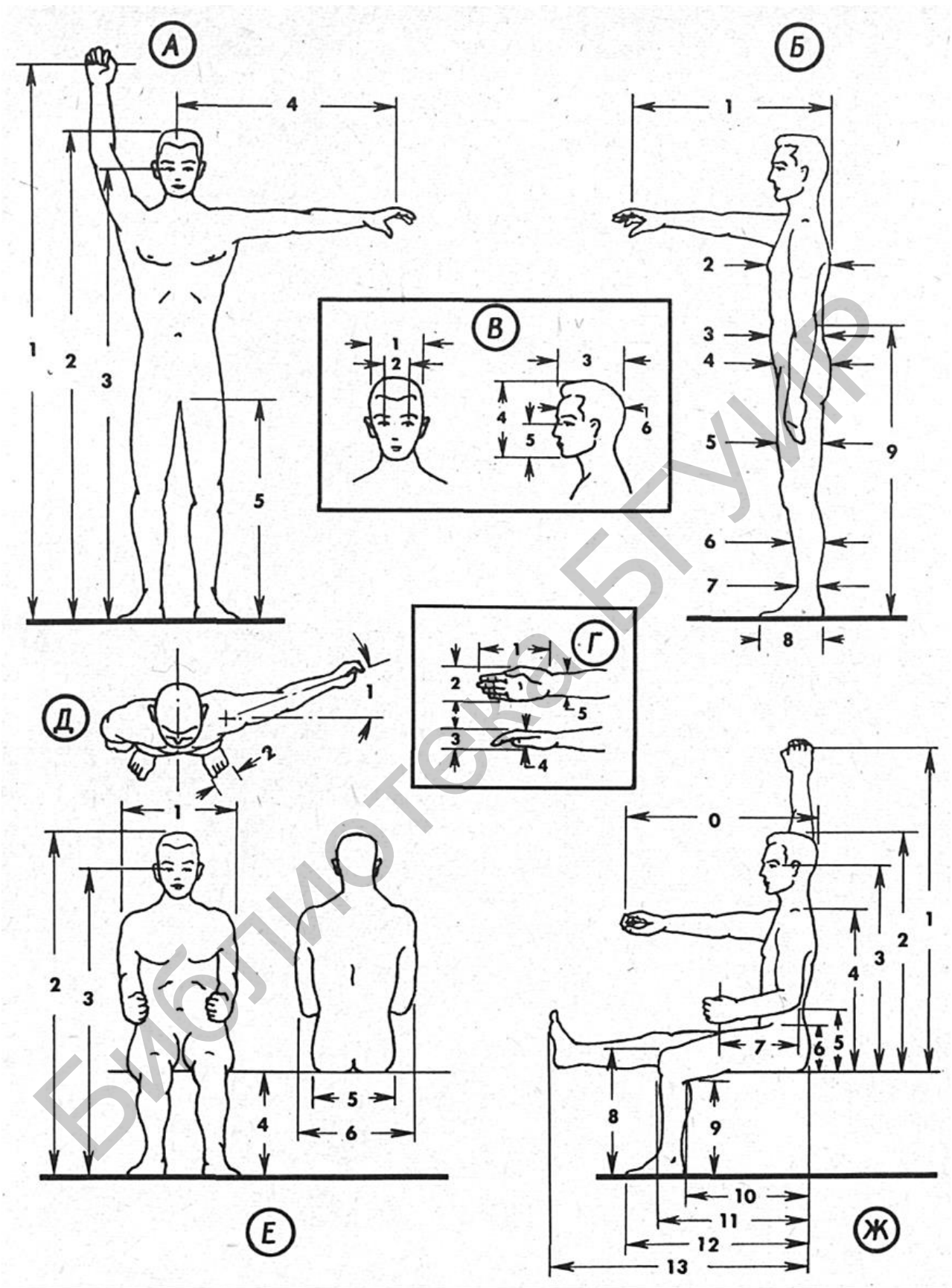


Рис. 23. Антропометрические размеры мужчин [2, 7]

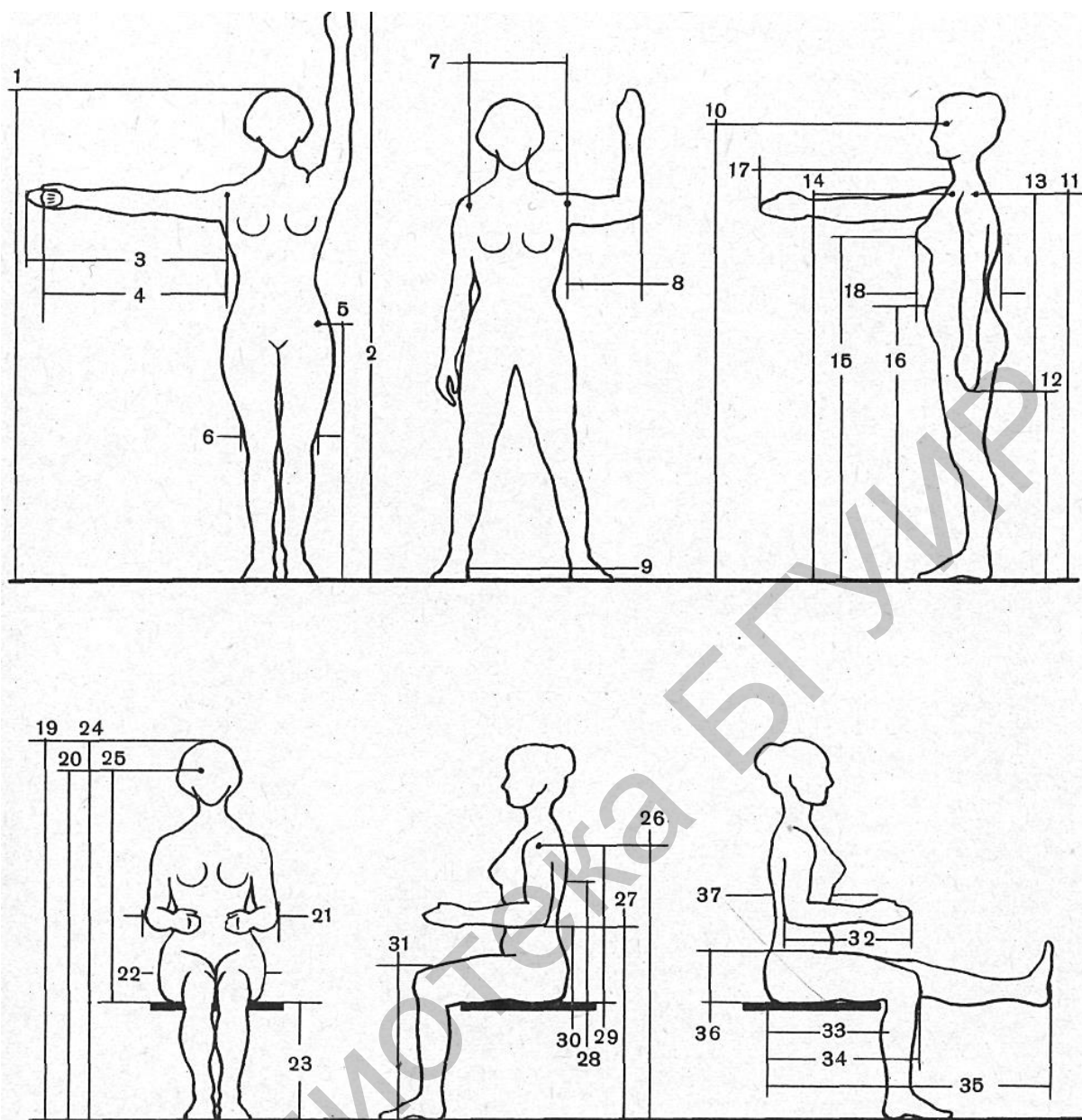


Рис. 24. Антропометрические размеры женщин [2, 7]

Антропометрические данные людей различаются: а) по национальному признаку; б) возрасту; в) полу. Так, при сравнении национальных групп, которые резко отличаются по антропометрическим данным, например, литовцев, русских и армян, наблюдаются значительные различия, например, в росте они составляют 5–9 см. Когда сравниваются национальные группы, близкие по антропометрическим данным, например, русские, белорусы и украинцы, различия между ними незначительны [7].

Если объекты проектирования предназначены строго для какого-либо одного региона, то следует учитывать национальные антропометрические данные населения. Если изделия промышленного производства предназначены для экспорта, то следует использовать данные наиболее многочисленного населения. Не следует смешивать антропометрические данные нацио-

нальностей, относящихся к разным этническим группам (например, населения Прибалтики и Средней Азии и т. п.).

При возрастных различиях имеется тенденция к увеличению всех продольных размеров тела у лиц молодого поколения и поперечных, передне-задних и обхватных размеров – у лиц старшего возраста. При проектировании оборудования следует знать, что наибольшие различия в размерах тела наблюдаются между мужчинами и женщинами внутри любой национальной группы (10–12 см в длине тела), затем следуют национальные различия, а далее – возрастные и профессиональные.

Некоторые эргономические рекомендации по использованию антропометрических характеристик приведены в табл. 10 [76, 79].

*Таблица 10*

Рекомендации по выбору антропометрических характеристик

Характеристика	Практическое использование
Амплитуда движений головы	Определение зон видимости и обзора
Амплитуда движений рук, ног	Определение углов перемещения поворотных переключателей (ножных педалей)
Зоны досягаемости	Определение размеров рабочего пространства
Размеры руки	Обеспечение удобства обслуживания и доступ к элементам оборудования
Размеры туловища	В соответствии с данными табл. 9
Габаритные размеры	Расчет минимальных пространств, занимаемых человеком, минимальных расстояний между работающими, размеров проходов, проемов и др.

При использовании антропометрических характеристик следует учитывать ряд правил.

1. Данные характеристики могут использоваться либо непосредственно (если размер части тела по своей ориентации соответствует параметру оборудования), либо путем пересчетов, если рабочая поза не соответствует той, которая принята при антропометрических измерениях.

2. Приведенные в табл. 9 характеристики получены для обнаженного тела. При использовании их на практике необходимо учитывать поправки на одежду и обувь, которые в зависимости от вида антропометрических характеристик могут составлять 5–30 мм для легкой одежды, 10–50 мм для тяжелой одежды [80].

3. При практическом использовании антропометрических характеристик необходимо учитывать маскирующие антропометрические признаки.

Например, за счет расслабления (легкого приподнятия) тела происходит уменьшение (увеличение) роста оператора на 40–50 мм; легкий наклон корпуса без напряжения на 2–10° вперед и в сторону при работе сидя и стоя способствует уменьшению расстояния до органов управления на 100–120 мм; небольшой шаг в сторону или перенос центра тяжести с одной ступни на другую позволяет уменьшить расстояние до боковых элементов управления на 150–200 мм и т. д.

На рис. 25 показан пример игнорирования антропометрических признаков станочника при работе на станке [5]. Размерные соотношения станка и обычного мужчины представлены на рис. 25, а, человек, как бы анатомически «спроектированный» под указанный станок, – на рис. 25, б. Слева станок слишком низок для досягаемости станочника, справа – станок слишком велик для эффективной деятельности человека [5].

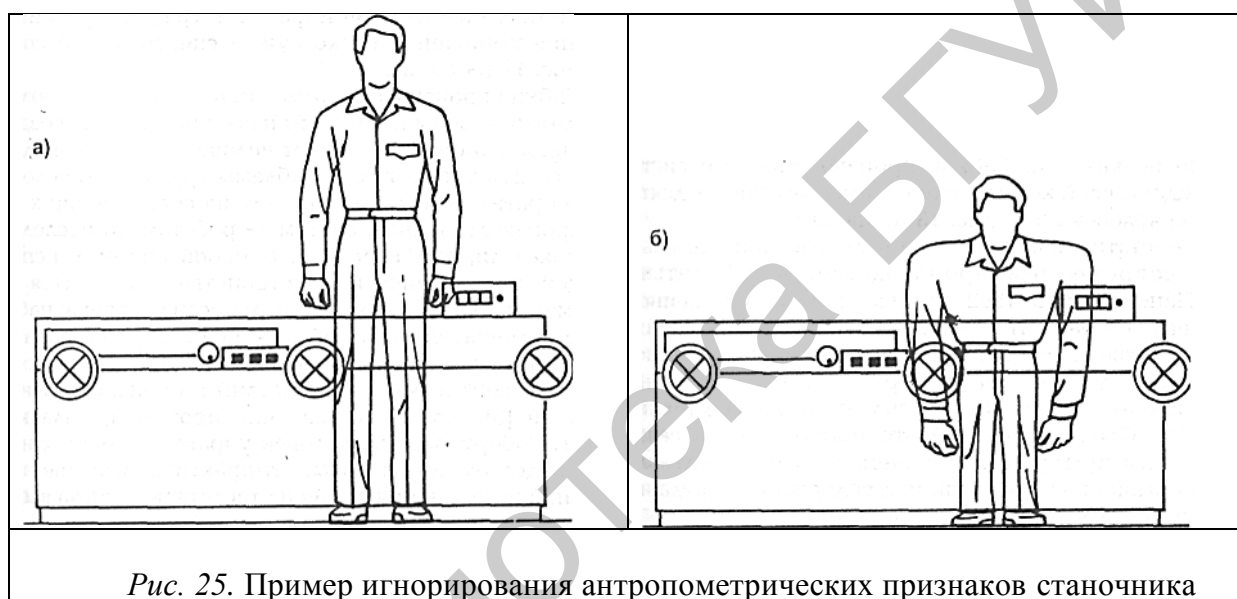


Рис. 25. Пример игнорирования антропометрических признаков станочника

На практике порядок использования рассмотренных антропометрических характеристик заключается в следующем [79]:

1. Определить контингент людей, для которых предназначено оборудование.
2. Выбрать антропометрические характеристики, которые являются основными для определения размеров оборудования и необходимого рабочего пространства.
3. Установить, какому проценту работающих должно удовлетворять данное оборудование, и найти соответствующие ему значения антропометрических характеристик.
4. Учесть соответствующие поправки на одежду и обувь.

## 10.2. Характеристики зрительной деятельности

Зрительная деятельность является доминирующей для деятельности большинства операторов. Возможность зрительного восприятия определяется

энергетическими, пространственными, временными и информационными характеристиками сигналов, поступающих к человеку-оператору. В соответствии с названными характеристиками сигналов целесообразно рассмотреть четыре группы характеристик зрительного анализатора (рис. 26) [6, 15].

Энергетические характеристики зрительного анализатора определяются мощностью (интенсивностью) световых сигналов, воспринимаемых глазом. К ним относятся: *диапазон яркостей*, воспринимаемых глазом, *контраст*, *цветоощущение* [2, 6, 15].



Рис. 26. Классификация характеристик зрительного анализатора

Световой поток, излучаемый источником или отражаемый светящейся поверхностью, попадая в глаз наблюдателя, вызывает зрительное ощущение. Оно будет тем сильнее, чем больше плотность светового потока, излучаемого или отражаемого по направлению к глазу. Поэтому источник света или освещенный предмет будет тем лучше виден, чем большую силу света излучает каждый элемент поверхности в направлении глаза. Яркостью предмета является величина, измеряемая в канделах на квадратный метр ( $\text{кд}/\text{м}^2$ ) и вычисляемая по формуле

$$B = \frac{J}{S \cos \alpha},$$

где  $J$  – сила света, т. е. световой поток, излучаемый на единицу телесного угла;  $S$  – величина светящейся поверхности;  $\alpha$  – угол, под которым рассматривается поверхность.

Яркость является основной характеристикой света. В общем случае яркость предмета определяется двумя составляющими – яркостью излучения и яркостью за счет внешней засветки (яркостью отражения):

$$B = B_{\text{изл}} + B_{\text{отр.}}$$

Яркость излучения определяется мощностью источника света и его светоотдачей. Вторая же составляющая формулы определяется уровнем освещенности данной поверхности и ее отражающими свойствами:

$$B_{\text{отр.}} = \frac{E\rho}{\pi},$$

где  $E$  – освещенность поверхности, лк;  $\rho$  – коэффициент отражения поверхности.

Коэффициент отражения во многом определяется цветом поверхности и показывает, какая часть падающего на поверхность светового потока отражается ею. Значения коэффициента отражения, например, составляют: для белого цвета – 0,90; светло-зеленого – 0,65; светло-желтого – 0,75; средне-серого – 0,55; светло-синего – 0,55; темно-коричневого – 0,10; черного – 0,07 [14].

Так как в поле зрения человека могут попадать предметы с различной яркостью, то существует также понятие адаптирующей яркости. Под ней понимают ту яркость, на которую адаптирован (настроен) в данный момент времени зрительный анализатор. Приблизительно можно считать, что для изображений с прямым контрастом адаптирующая яркость равна яркости фона, а для изображений с обратным контрастом – яркости предмета.

Диапазон чувствительности зрительного анализатора весьма велик. Однако наилучшие условия для работы будут при уровнях адаптирующей яркости, лежащей в пределах от нескольких десятков до нескольких сотен кандел на квадратный метр.

Видимость предметов определяется также их контрастом по отношению к фону. Различают два вида контраста: прямой (предмет темнее фона) и обратный (предмет ярче фона). Количественно величина контраста оценивается как отношение разности в яркости предмета и фона к большей яркости:

$$K_{\text{пр}} = \frac{B_{\text{ф}} - B_{\text{п}}}{B_{\text{ф}}}, \quad K_{\text{об}} = \frac{B_{\text{п}} - B_{\text{ф}}}{B_{\text{п}}},$$

где  $B_{\text{ф}}$  и  $B_{\text{п}}$  – соответственно яркость фона и предмета.

Оптимальная величина контраста считается равной 0,60–0,95. Работа при прямом контрасте является более благоприятной, чем работа при обратном контрасте.

Однако обеспечение требуемой величины контраста является как необходимым, так и недостаточным условием нормальной видимости предметов. Нужно также знать, как этот контраст воспринимается в данных условиях. Для его оценки вводится понятие порогового контраста, который равен

$$K_{\text{пор}} = \frac{dB_{\text{пор}}}{B_{\text{ф}}},$$

где  $dB_{\text{пор}}$  – пороговая разность яркости, т. е. минимальная разность яркости предмета и фона, впервые обнаруживаемая глазом.

Величина  $K_{\text{пор}}$  определяется дифференциальным порогом различения. Для получения оперативного порога необходимо, чтобы фактическая величина разности яркости предмета и фона была в 10–15 раз больше пороговой. Это означает также, что для нормальной видимости величина контраста, рассчитанная по приведенным формулам, должна быть больше  $K_{\text{пор}}$  в 10–15 раз. Величина порогового контраста зависит от яркости и размеров предметов.

Большое влияние на условия видимости предметов оказывает величина внешней освещенности. Однако это влияние будет различным при работе оператора с изображениями, имеющими прямой и обратный контраст. Увеличение освещенности при прямом контрасте приводит к улучшению условий видимости (величина  $K_{\text{пр}}$  увеличивается), при обратном – к ухудшению видимости (величина  $K_{\text{об}}$  уменьшается). При увеличении освещенности  $K_{\text{пр}}$  увеличивается, поскольку яркость фона возрастает больше, чем яркость предмета (коэффициент отражения фона больше коэффициента отражения предмета). Величина  $K_{\text{об}}$  при этом уменьшается, так как яркость предмета практически не меняется (предмет светится), а яркость фона увеличивается.

В ряде случаев в поле зрения человека могут быть сигналы разной интенсивности. При этом сигналы с большей яркостью могут вызвать нежелательное состояние глаз – *ослепленность*. Слепящая яркость определяется размером светящейся поверхности и яркостью сигнала, а также уровнем адаптации глаза и может быть рассчитана по специальной формуле или таблице [76].

Для создания оптимальных условий зрительного восприятия необходимо не только обеспечить требуемую яркость и контраст сигналов, но также и равномерность распределения яркостей в поле зрения. В большинстве случаев необходимо обеспечить перепады яркостей не более 1 к 30. Глаз человека воспринимает электромагнитные волны в диапазоне 380–760 нм. Однако чувствительность глаза к волнам различной длины неодинакова. Наибольшую чувствительность глаз имеет по отношению к волнам в середине спектра видимого света (500–600 нм). Этот диапазон соответствует излучению желто-зеленого цвета. Важной характеристикой глаза является относительная видимость:

$$K_{\lambda} = \frac{S_{\lambda}}{S},$$

где  $S$  – ощущение, вызываемое источником излучения длиной 550 нм;  $S_{\lambda}$  – ощущение, вызываемое источником той же мощности длиной  $\lambda$ .

Для обеспечения одинакового зрительного ощущения необходимо, чтобы мощность синего излучения была в 16,6, а красного – в 9,3 раза больше мощности желто-зеленого излучения. По этой причине цветоощущение (относительная вид-

ность) условно также может быть отнесено к энергетическим характеристикам зрительного анализатора.

Основной информационной характеристикой зрительного анализатора является *пропускная способность*, т. е. то количество информации, которое анализатор способен принять в единицу времени. Пропускная способность зрительного канала в целом будет определяться пропускной способностью того участка зрительного анализатора, для которого она минимальна. Наибольшая пропускная способность (примерно  $5,6 \cdot 10^9$  дв. ед/с) имеет место на уровне фоторецепторов (сетчатки). При продвижении к более высоким уровням приема информации пропускная способность уменьшается, составляя на корковом уровне лишь 20–70 дв. ед/с. Еще меньше пропускная способность для деятельности в целом (с учетом ответных действий человека). Здесь она составляет 2–4 дв. ед/с [6].

### Пространственные и временные характеристики зрительного анализатора

Пространственные характеристики зрительного анализатора определяются воспринимаемыми глазом размерами предметов и их месторасположением в пространстве. К ним относятся: **острота зрения, поле зрения и объем зрительного восприятия** [6, 14].

Способность видеть самые мелкие предметы называется *остротой зрения*, или разрешающей способностью глаза. Острота зрения равняется 1 (является нормальной), если человек различает объекты с угловым размером в 1 мин. Например, люди с нормальным зрением различают на расстоянии 100 м объекты величиной в 3 см. *Острота зрения* определяется величиной, обратной тому минимальному размеру предмета, при котором он различим глазом. Разрешающая сила глаза (острота зрения) определяется отношением

$$V = 1/\delta.$$

Из приведенного отношения видно, что чем меньше  $\delta$ , тем больше разрешающая сила  $V$ . В офтальмологии за нормальную остроту зрения принимают  $V=1$ .

Возможно, самой знакомой из всех форм остроты зрения является острота распознавания. При оценке остроты распознавания человека просят назвать тест-объекты, используя для этого известную многим людям проверочную таблицу, с помощью которой офтальмологом подбираются очки.

Размеры предметов выражаются в угловых величинах, которые связаны с линейными размерами (рис. 27) следующим соотношением:

$$h = 2l \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2},$$

где  $h$  и  $\alpha$  – соответственно линейный и угловой размеры предмета;  $l$  – расстояние от глаза до предмета.



Острота зрения зависит от уровня освещения, расстояния до рассматриваемого предмета и его положения относительно наблюдателя, а также от возраста. Так, например, острота зрения под углом  $10^\circ$  в 10 раз меньше, а под углом  $30^\circ$  в 23 раз меньше, чем прямо перед собой.

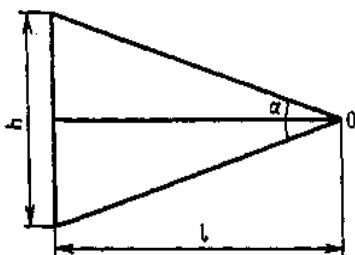


Рис. 27. Зависимость между угловыми  $\alpha$  и линейными  $h$  размерами предметов

Острота зрения характеризует абсолютный пространственный порог восприятия. Минимально же допустимые размеры элементов изображения, предъявляемого оператору, должны быть на уровне оперативного порога и составлять не менее  $1,5'$ .

Важной характеристикой зрительного восприятия является его *объем*: число объектов, которые может охватить человек в течение одной зрительной фиксации, т. е. при симультанном восприятии. Обнаружено, что при предъявлении несвязанных между собой объектов объем восприятия составляет 4–8 элементов. Исследования показывают, что объем воспроизведенного материала определяется не столько объемом восприятия, сколько объемом памяти [6, 14]. В зрительном образе может отражаться значительно большее число объектов, однако они не могут быть воспроизведены из-за ограниченного объема памяти. Следовательно, практически важно учитывать не столько объем восприятия, сколько объем памяти.

Условно все поле зрения можно разбить на три зоны:

- зона *центрального зрения* (примерно  $4^\circ$ ), где возможно наиболее четкое различие деталей;
- зона *ясного видения* ( $30\text{--}35^\circ$ ), где при неподвижном глазе можно опознать предмет без различных мелких деталей;
- зона *периферического зрения* ( $75\text{--}90^\circ$ ), где предметы обнаруживаются, но не опознаются.

Зона периферического зрения играет большую роль при ориентации во внешней обстановке. Объекты, находящиеся в этой зоне, легко и быстро могут быть перемещены в зону ясного видения с помощью установочных движений (скачков) глаз.

Большую роль в процессе зрительного восприятия играют движения глаз. Они делятся на два больших класса: *поисковые* (установочные) и *гностические* (познавательные). С помощью *поисковых движений* осуществляется поиск заданного объекта, установка глаза в исходную позицию и корректировка этой позиции. Длительность поисковых движений определяется углом, на который перемещается взор:

$$t_n = 0,25 + 0,004\beta,$$

где  $\beta$  – угол перемещения взора, град;  $t_n$  – время перемещения взора, с.

К *гностическим* относятся движения, участвующие в обследовании объекта, его опознании и различении его деталей. Основную информацию глаз получает во время фиксации, т. е. во время относительно неподвижного положения глаза, когда взор пристально устремлен на объект. Во время скачка глаз почти не получает никакой информации. Если продолжительность скачка в среднем составляет 0,025 с, то продолжительность фиксации в зависимости от условий восприятия – 0,25–0,65 с и более. Результаты исследования показывают, что общее время фиксаций составляет 90–95 % от времени зрительного восприятия [14].

Фиксации неотделимы от микродвижений глаз. При стабилизации изображения объекта относительно сетчатки глаза, т. е. когда изображение не перемещается по сетчатке, уже через 2–3 с после стабилизации человек переставал видеть объект. Следовательно, движения глаз являются необходимым условием зрительного восприятия.

Временные характеристики зрительного анализатора определяются временем, необходимым для возникновения зрительного ощущения при тех или иных условиях работы оператора. К ним относятся: латентный (скрытый) период зрительной реакции, длительность инерции ощущения, критическая частота мельканий, время адаптации, длительность информационного поиска.

Латентный период определяется промежутком времени от момента подачи сигнала до момента возникновения ощущения. Это время зависит:

- от интенсивности сигнала (так называемый закон силы: чем сильнее раздражитель, тем реакция на него короче);
- значимости сигнала (реакция на значимый для оператора сигнал короче, чем на сигналы, не имеющие значения для оператора);
- сложности работы оператора (чем сложнее выбор нужного сигнала среди остальных, тем реакция на него будет больше);
- возраста и других индивидуальных особенностей человека.

В среднем же для большинства людей латентный период зрительной реакции лежит в пределах 160–240 мс. При возникновении необходимости в последовательном реагировании оператора на дискретно появляющиеся сигналы период их следования должен быть не меньше времени сохранения ощущения, равного 0,2–0,5 с. В противном случае будут замедляться точность и скорость реагирования, поскольку во время прихода нового сигнала в зрительной системе человека еще будет оставаться образ предыдущего сигнала.

Критической частотой мельканий (далее – КЧМ) называется та минимальная частота проблесков, при которой возникает их слитное восприятие. В обычных условиях наблюдения величина КЧМ лежит в пределах 15–25 Гц. При зрительном утомлении она несколько понижена. Вопрос о частоте мелькания имеет большое значение при решении инженерных задач двух видов. Во-первых, когда необходимо, чтобы мелькание не замечалось, например при проектировании изображений на

экран (в технике кино, телевидения, видеотехнике), частота смены информации должна превышать  $f_{кр}$  и составлять не менее 40 Гц. Во-вторых, при необходимости использовать мерцание для кодирования информации (например, для привлечения внимания оператора) наименьшее зрительное утомление будет при частоте мельканий 3–8 Гц [76].

К временным характеристикам зрительного анализатора относится и время адаптации. В процессе адаптации в значительной степени (до  $10^8$  раз) меняется чувствительность зрительного анализатора. Различают две формы адаптации: *темновую* (при переходе от света к темноте) и *светловую* (при обратном переходе). Время адаптации зависит от ее вида и составляет десятки минут при темновой адаптации и единицы и даже доли минут – при светловой.

Достаточно тесно связано с временными характеристиками зрительного анализатора и восприятие движущихся объектов. Минимальная скорость движения, которая может быть замечена глазом, зависит от наличия в поле зрения фиксированной точки отсчета. При наличии такой точки абсолютный порог восприятия скорости равен 1–2 угл. мин/с, без нее – 15–30 угл. мин/с. Эти данные получены в условиях, когда время предъявления не ограничено и составляет не менее 10–15 с [76].

В деятельности человека как оператора процесс восприятия сводится к информационному поиску – нахождению на устройстве отображения объекта с заданными признаками. Такими заранее заданными признаками может быть проблесковое свечение, особая форма или цвет объекта, отклонение стрелки прибора и т. д. Задача оператора заключается в нахождении такого объекта и характеризуется временем, затраченным на поиск.

Общее время информационного поиска (ИП) равно

$$\tau_{ип} = \sum_{i=1}^n (t_{\phi} + t_{\Pi i}),$$

где  $t_{\Pi i}$ ,  $t_{\phi}$  – соответственно время  $i$ -го перемещения взора и 1- $n$  фиксации;  $n$  – число шагов поиска (число фиксаций), затраченных для нахождения нужного объекта.

Время перемещения определяется углом скачка взора. Время фиксации зависит от целого ряда факторов: свойств информационного поля, способа деятельности наблюдателя, степени сложности искомых элементов. Однако в условиях конкретного информационного поля (особенно при однородности его элементов) и конкретной задачи величина относительно постоянна и является характеристикой данных условий работы. Например,  $t_{\phi}$  при чтении буквы или цифры составляет – 310 мс, фиксация загорания (погасания) индикатора – 280 мс, поиск условных знаков – 300 мс.

Учитывая, что в условиях конкретной задачи, при которых  $t_{\phi}$  постоянно и  $t_{\Pi} \leq t_{\phi}$ , среднее значение времени информационного поиска равно

$$\tau_{ип} = nt_{\phi},$$

где  $n$  – математическое ожидание числа шагов поиска (числа зрительных фиксаций, необходимых для нахождения предмета с заданными признаками).

На основании приведенной формулы можно определить основные требования к организации информационного поля для минимизации времени поиска:

- элементы поля следует располагать так, чтобы в объем фиксации, ограниченной зоной  $10^\circ$ , попадало не более чем 4–8 объектов;
- следует по возможности уменьшить объем поля, не допуская нахождения в нем ненужных элементов;
- искомые элементы следует выделять таким образом, чтобы обеспечить наименьшее время фиксации: наилучшим является выделение искомого элемента другим цветом или с помощью светового маркера, более плохие результаты получаются при его выделении проблесковым свечением или изменением размера и яркости (хотя эти способы более просты с точки зрения их технической реализации).

Говоря об объеме зрительного восприятия, отметим, что он ограничен, с одной стороны, объемом оперативной памяти (4–8 элементов), а с другой стороны, пространственными характеристиками зрения, определяемыми размерами зоны ясного видения. В процессе поиска размеры зоны ясного видения составляют примерно  $10^\circ$ . Таким образом, под объемом восприятия следует считать, то количество предметов (но не более 4–8), которое одновременно попадает в зону, ограниченную углом  $10^\circ$  в горизонтальной и вертикальной плоскостях [6].

### 10.3. Характеристики слуховой деятельности

Значительная часть информации поступает к человеку в форме звуковых сигналов. Слуховые ощущения вызываются действием звуковой энергии на слуховой анализатор. Слуховой анализатор состоит из уха, слухового нерва и сложной системы нервных связей и центров мозга. Слуховой анализатор позволяет дифференцировать звуковые раздражения и определять направление звука, а также удаленность его источника [6, 14]. Человек ощущает звук через 175 мс после того, как он достигнет ушной раковины. Еще 200–500 мс необходимо для возникновения максимальной чувствительности к данному звуку. Необходимо также время для поворота головы и соответствующей ориентации ушной раковины по отношению к источнику слабого звука – 200–300 мс. Слуховой аппарат человека воспринимает как слышимый звук колебание с частотой 16 Гц – 20 кГц; ухо наиболее чувствительно к колебаниям в области средних частот – от 1000 до 4000 Гц [76].

Звуки частот ниже 16 Гц называются инфразвуками. Человек не ощущает звуки *низких частот (инфразвуки)*. Однако подпороговые низкочастотные звуки влияют на психическое состояние человека. Так, звуки с частотой в 6 Гц вызывают у человека головокружение, ощущение усталости, угнетенности, а звуки с частотой 7 Гц способны даже вызвать патологические явления. Неко-

торые инфразвуки избирательно воздействуют на психику человека, повышая его внушаемость, обучаемость и т. п.

Звуки, лежащие за верхним порогом звуковой чувствительности, выше 20 000 Гц, называются *ультразвуками*. Ультразвуки также могут оказывать воздействие на организм, но оно не сопровождается слуховым ощущением. Физически звук характеризуется амплитудой (интенсивностью), частотой и формой звуковой волны. Интенсивностью звукового сигнала принято считать силу звука в 1 эрг/(см<sup>2</sup>·с).

Сила звука пропорциональна квадрату звукового давления, поэтому в практике психофизиологической акустики чаще всего используется непосредственно звуковое давление, выраженное в децибелах от исходного уровня.

В реальных условиях деятельности человеку приходится воспринимать звуковые сигналы на том или ином фоне. При этом фон может маскировать полезный сигнал, что, естественно, затрудняет его обнаружение. При разработке акустических индикаторов задача борьбы с эффектом маскировки и поисков оптимального отношения интенсивности полезного сигнала к интенсивности шума (фона) является одной из важнейших.

Основными количественными характеристиками слухового анализатора являются абсолютный и дифференциальный пороги. Нижний абсолютный порог соответствует интенсивности звука в децибелах, обнаруживаемого испытуемым с вероятностью 0,5; верхний порог – интенсивности, при которой возникают различные болевые ощущения (щекотание, покалывание, головокружение и т. д.). Между ними расположена область восприятия речи (рис. 28).

Человек оценивает звуки, различные по интенсивности, как равные по громкости, если частоты их также различны. Например, тон с интенсивностью 120 дБ и частотой 10 Гц оценивается как равный по громкости тону, имеющему интенсивность 100 дБ и частоту 1000 Гц.

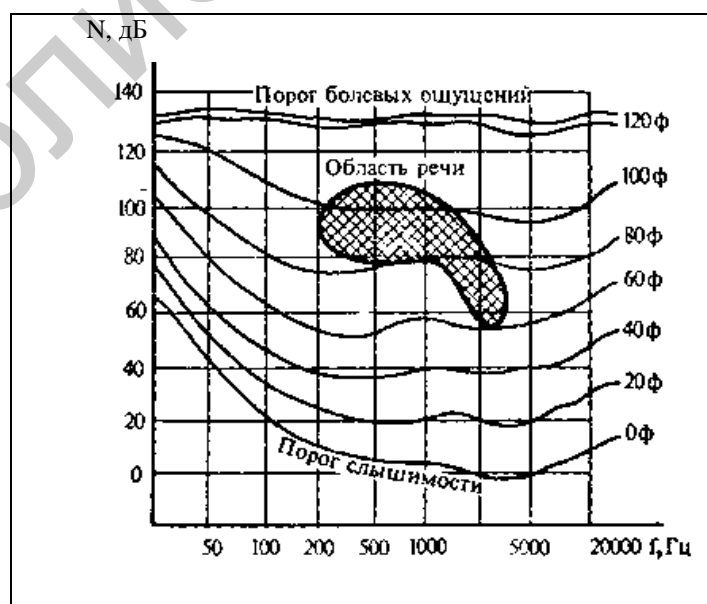


Рис. 28. Линии равной громкости

Таким образом, снижение интенсивности как бы компенсируется увеличением частоты. Субъективное ощущение интенсивности звука называется громкостью и измеряется в фонах. Величина едва различимой прибавки к исходному звуковому раздражителю зависит не только от его интенсивности, но и от частоты. В пределах среднего участка диапазона изменения звука по частоте и интенсивности величина энергетического дифференциального порога примерно постоянна и составляет 0,1 от исходной интенсивности.

*Дифференциальный порог* по частоте зависит как от частоты исходного звука, так и от его интенсивности. В пределах от 60 до 2000 Гц при интенсивности звука выше 30 дБ абсолютная величина едва различимой прибавки равна примерно 2–3 Гц. Для звуков выше 2000 Гц величина резко возрастает и изменяется пропорционально росту частоты. Относительная величина дифференциального порога для звуков в зоне 200–16000 является почти константной и равна примерно 0,002. При сокращении интенсивности звука ниже 30 величина дифференциального порога резко возрастает [76].

*Временной порог чувствительности* акустического анализатора, необходимый для возникновения ощущения, так же, как пороги по громкости и высоте, не является постоянной величиной. С увеличением как интенсивности, так и частоты он сокращается. При достаточно высокой интенсивности (30 дБ и более) и частоте (1000 Гц и более) слуховое ощущение возникает уже при длительности звукового раздражителя, равной всего 1 мс. Однако при уменьшении интенсивного звука той же частоты до 10 дБ временной порог достигает 50 мс. Аналогичный эффект дает и уменьшение частоты [76].

Оценка громкости и высоты коротких звуков затруднена. При длительности синусоидального тона 2–3 мс человек лишь отмечает его наличие, но не может определить его качеств. Любой звук оценивается только как «щелчок». С увеличением длительности звука слуховое ощущение проясняется: человек начинает различать высоту и громкость. Минимальное время, необходимое для отчетливого ощущения высоты тона, равно примерно 50 мс. Дифференцировка двух звуков по частоте и интенсивности также зависит от отношения их по длительности и от интервала между ними. Как правило, звуки, равные по длительности, различаются точнее, чем неравные.

Акустический анализатор обеспечивает также отражение и положения источника звука в пространстве: расстояние и направление относительно субъекта. Пороги зависят от времени предъявления сигнала, положения головы испытуемого, адаптации и изменяются с течением времени для одного и того же испытуемого. Эти изменения могут составлять до 5 дБ за 0,5 мин, тогда как в некоторых условиях ярко выраженной тенденции к увеличению или уменьшению порога может и не быть даже в течение часа. Иногда порог может изменяться даже в течение нескольких секунд. Если стимул состоит из пяти сигналов одного тона длительностью по 0,4 с, следующих друг за другом с интервалом в 0,6 с, то все они будут восприняты только при интенсивности, на 6 дБ превышающей абсолютный порог, когда не слышно ни одного из этих сигналов. Значительное влияние на величину порогов оказывает длительность

сигнала. Так, для синусоидальных сигналов средних и высоких частот в диапазоне длительностей от 10 до 100–200 мс удвоение длительности приводит к понижению порога на 3 дБ.

С возрастом звуковая чувствительность понижается [76]. Для четкого восприятия речи в 30 лет необходима громкость в 40 дБ, а для восприятия речи в 70 лет ее громкость должна быть не менее 65 дБ. Верхний порог звуковой чувствительности (по громкости) – 130 дБ. Оптимальный уровень – 40–50 дБ. Шум свыше 90 дБ вреден для человека. Опасны для него также внезапные громкие звуки, бьющие по вегетативной нервной системе и ведущие к резкому сужению кровеносных сосудов, учащению сердцебиения и др.

#### 10.4. Рабочие движения человека-оператора

Принятое оператором решение необходимо правильно и своевременно реализовать, что производится путем ввода необходимой информации в машину. Для этого используются следующие «выходные» каналы человека: *двигательный* (моторный) и *речевой*.

подавляющее число действий ввода необходимой информации в машину оператор осуществляет посредством управляющих (рабочих) движений. С помощью речевого управления пока можно решить лишь ограниченный круг задач [6, 30].

Моторная деятельность оператора существенным образом отличается от подобной деятельности работников других профессий. Действия оператора внешне являются, как правило, очень простыми. Они сводятся к манипулированию органами управления, например, нажатию кнопок, включению тумблеров, повороту рукояток и т. п. Эти действия быстро осваиваются операторами и не требуют сами по себе специального обучения.

Однако вся сложность управления сейчас переместилась с исполнительной части двигательных действий на центральные механизмы их регуляции. Выполнение любого (внешне даже очень простого) управляющего действия оператором определяется переработкой большого количества информации, от правильного и своевременного выполнения этого действия зависит успех в реализации принятого решения.

Любое управляющее действие складывается из массы элементарных движений, объединяемых механизмом центральной регуляции в целостную структуру. Разные движения, включенные в такую структуру, имеют различное назначение, по которому их можно разделить на три группы [6]:

- **рабочие, или исполнительные, движения**, посредством которых осуществляется непосредственное воздействие на орган управления;
- **гностические движения** направлены на познание объекта и условий взаимодействия с ним, к ним относятся осязательные, ощупывающие, измерительные и другие движения;
- **приспособительные движения**, к которым относятся установочные, уравнивающие и другие движения.

Рассматривая характеристики управляющих действий, необходимо хотя бы кратко показать основные особенности формирования двигательных навыков.

**Во-первых**, в процессе формирования двигательных навыков изменяются взаимоотношения между отдельными видами движений. На первом этапе формирования двигательного навыка обычно преобладают *гностические движения*. Позднее они редуцируются и настолько тесно сливаются с рабочими движениями, что их трудно бывает разделить. В результате движения становятся более плавными и стабильными. **Во-вторых**, на начальных этапах образование двигательного навыка происходит *под контролем зрения*. Впоследствии же этот контроль все более переходит к чувствительным приборам двигательного аппарата – к тактильному и кинестетическому анализаторам. Благодаря этому образуется внутренний контур регулирования, определяемый действием тактильного и кинестетического анализаторов, в которых сигналы проходят значительно быстрее (0,4 с), чем по внешнему контуру регулирования, включающему также зрительный контроль (1–2 с). Это важное свойство может быть использовано для повышения качества управления путем подачи сигналов обратной связи не на зрительный, а непосредственно на тактильный анализатор.

Структура двигательных компонентов, скорость и точность управляющих действий определяются: а) задачами, которые решает оператор; б) назначением органов управления; в) конструкцией и расположением в пространстве органов управления; г) рядом других факторов.

Все двигательные задачи, которые решает оператор при манипулировании различными по назначению органами управления, можно разделить на четыре класса двигательных задач [2, 6]:

1. **Операции включения, выключения и переключения.** Манипулирование соответствующими органами управления строится по принципу простых реакций или реакций выбора, основной характеристикой которых является время реакции.

2. **Повторяющиеся движения.** Они заключаются в выполнении последовательного ряда повторяющихся движений, с помощью которых осуществляются операции кодирования и передачи информации. Благодаря повторяющимся движениям решаются различные двигательные задачи. Характеристикой таких движений является их *темп*. Вначале повторяющиеся движения имеют дискретный характер, по мере тренировки они становятся более ритмичными.

3. **Манипулирование органами управления для настройки аппаратуры и точной установки управляемого объекта.** С помощью этих движений решаются различные двигательные задачи, когда необходимо дозирование движений по их силовым, пространственным и временным параметрам в соответствии с некоторой заданной мерой. Основным фактором, определяющим их динамику, является точность дозирочных реакций.



**4. Операции слежения за изменяющимися объектами.** Задачи, выполняемые оператором в процессе слежения, относятся к классу непрерывных перцептивно-моторных задач.

Конструкция оборудования и рабочего места, их размеры и взаимное расположение элементов (пультов, органов управления, кресел) должны учитывать требуемую точность и скорость движений при осуществлении управления, частоту использования органов управления, допустимые динамические и статические нагрузки, антропометрические характеристики человека, возможность различения органов управления.

Рабочие движения в порядке возрастания их сложности, напряженности, возможной утомляемости подразделяются на пять групп: 1) *движения пальцев*; 2) *движения пальцев и запястья*; 3) *движения пальцев, запястья и предплечья*; 4) *движения пальцев, запястья, предплечья и плеча*; 5) *движения пальцев, запястья, предплечья, плеча и корпуса*. При конструировании оборудования и трудовых процессов, выборе органов управления и их размещении в рабочей зоне следует стремиться к ограничению трудовых движений первыми тремя группами. При этом необходимо учитывать следующие физиологические особенности двигательного аппарата человека [76]:

- скорость движения рук больше при движении в направлении «к себе», меньше – при движении «от себя»;
- скорость движения правой руки больше при движении слева направо, левой руки – справа налево;
- линейная скорость вращательных движений рук больше скорости поступательных движений;
- скорость плавных криволинейных движений рук больше скорости прямолинейных движений рук с резким изменением направления;
- точность движения рук больше при работе в положении сидя, меньше – при работе в положении стоя;
- точность движений рук больше при небольших (до 10 Н) нагрузках;
- точность движений, совершаемых пальцами рук, больше точности движений кистью;
- наибольшая точность движений, совершаемых пальцами рук, достигается в горизонтальной плоскости при положении рук, согнутых в локтевом суставе на 50–60° и в плечевом суставе – на 30–40°;
- усилие мышечных групп у мужчин: большого пальца руки – 119, запястья – 234–279, предплечья – 279, плеча – 386, корпуса – 1231 Н;
- максимальное усилие, развиваемое правой (рабочей) рукой, на 10–15 % больше максимального усилия, развиваемого левой рукой;
- усилия давления и тяги, развиваемые руками при движении их перед корпусом, больше, чем при движении рук в стороны;
- максимальное усилие, развиваемое стопой ноги в положении сидя, достигается, если угол между голенью и бедром составляет 95–120°;
- максимальное усилие при движении ноги достигается в положении сидя при наличии упора для спины;

○ скорость и частота движений, совершаемых стопой ноги, больше в положении сидя, чем в положении стоя.

Эти принципы в основном применимы для физического труда. Следует отметить, что их применение требует учета закономерностей психической регуляции движений. В противном случае это может привести к снижению эффективности управляющих действий. Эффективность действий оператора повышается при эргономической организации его моторного поля, которая обеспечивает оптимальные условия психической регуляции движений.

Управляющие движения оператора характеризуются четырьмя группами характеристик: а) *скоростными* (временными); б) *пространственными*; в) *силовыми*; г) *точностными* [2, 6].

Основной *скоростной характеристикой* операций включения является время двигательной реакции. Это время в общем случае зависит от расстояния  $R$ , на которое перемещается рука, и ширины органа управления  $W$  и определяется соотношением

$$T = a + b \text{ Тр},$$

где  $a$  и  $b$  – константы,  $a = 0,07$  с,  $b = 0,074$  с; Тр – комплексный индекс трудности.

Для *повторяющихся движений* основной характеристикой скорости является частота их повторения, или темп. Установлено, что максимальный темп вращательных движений 4,0–4,8 об/с. Темп вращения существенным образом зависит от размеров ручек управления и величины их сопротивления движению. Максимальный темп *нажимных движений* при величине усилия 25 г составляет для ведущей руки 6,68 нажимов/с, для неведущей – 5,3 нажимов/с. При увеличении усилия до 400 г темп уменьшается и составляет соответственно 6, 14 и 5,59 нажимов/с. Максимальный темп *ударных движений* изменяется от 5 до 14 ударов/с. В среднем он равен 8,5 ударов/с. Для продолжительного же периода работы оптимальный темп составляет 1,5–5,0 ударов/с [76].

Когда движение выполняется в ответ на часто поступающие внешние дискретные сигналы, человек способен реагировать на каждый сигнал только тогда, если интервал между сигналами составляет не менее 0,5 с. Когда же второй сигнал подается через более короткий промежуток времени, то начало реакции на него задерживается до завершения реакции на предыдущий сигнал. Данный эффект называется психологической рефракторной фазой.

К *пространственным характеристикам движений* оператора относятся размеры моторного поля (зоны досягаемости) и траектории движений (рис. 29).

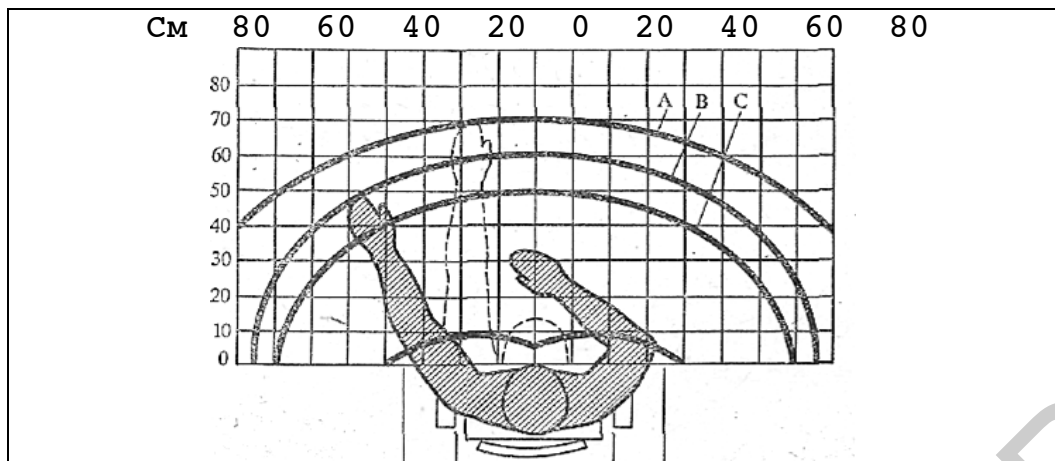


Рис. 29. Пространство для движения рук.

Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости:

А – максимальная; В – допустимая; С – оптимальная

Моторная деятельность оператора характерна тем, что моторные координаты являются тонкими, и следовательно, в подавляющем большинстве случаев все движения осуществляются без перемещения туловища. Исходя из этого размеры моторного поля (при неподвижном положении туловища) определяются длиной вытянутой руки оператора.

В моторном поле различают три зоны: *максимальной, допустимой и оптимальной* досягаемости. В зонах оптимальной и допустимой досягаемости возможны наиболее быстрые и точные движения при минимальной утомляемости оператора. Поэтому здесь рекомендуется располагать наиболее важные и часто используемые органы управления. В зоне максимальной досягаемости точность и скорость управляющих движений заметно снижается, утомление наступает быстрее. Поэтому в этой зоне возможна лишь непродолжительная работа. Следует также отметить, что в зависимости от требуемых усилий и точности движений в этих зонах существуют некоторые рациональные уровни. Так, например, рычаги, требующие для своего перемещения больших усилий, следует размещать на нижних уровнях оптимальной зоны. Требования же к точности перемещения легче всего удовлетворяются на средних уровнях.

Траектория движений может быть различной. Однако, несмотря на их практическую неограниченность, некоторые из траекторий являются наиболее предпочтительными. Например, экспериментально установлено, что эллиптические и круговые движения являются более выгодными по сравнению с прямолинейными. Замена прямолинейных движений круговыми заметно увеличивает производительность труда и снижает утомляемость.

Движения человека определяются также *силовыми характеристиками*. Основной из них является величина усилия, развиваемая рукой при движении. Эта величина определяется характером движения (вытягивание, толкание, отведение и т. д.) и углом между плечом и вертикалью тела. Усилия, необходимые для осуществления управляющих действий, устанавливаются с учетом способа перемещения органа управления (пальцами, кистью с предплечьем, всей рукой,

стойкой и т. д.), частоты использования и в некоторых случаях с учетом продолжительности непрерывного воздействия на органы управления, скорости выполнения управляющего действия и положения человека в процессе управления. *Наибольшее усилие* может быть развито при вытягивании на себя (54,4 кГ), толкании от себя (62,6 кГ), а *наименьшее усилие* развивается при толкании вниз (18,6 кГ), отведении от себя (15,5 кГ). Величина усилия, развиваемого человеком при вытягивании и толкании, резко падает при уменьшении угла между плечом и вертикалью тела. Максимальное усилие, развиваемое левой рукой, в среднем на 10–15 % меньше, чем правой [76].

Силовые характеристики движений человека должны учитываться при выборе сопротивления органов управления. Необходимо помнить, что выше были приведены лишь максимальные значения усилий, развиваемых рукой человека. Фактические сопротивления органов управления должны быть значительно меньше этих усилий [6]. Так, например, рекомендуемые усилия на рукоятке должны составлять 2–4 кг, ножных органах управления, используемых редко – до 30 кг и часто – 2–5 кг, рычагах ручного управления, используемых периодически – 12–16 кг, постоянно 2–4 кг, тумблерах и переключателях «легкого типа» – 0,14–0,16 кг, «тяжелого типа» – 0,6–1,2 кг [76].

Для некоторых видов деятельности иногда отсутствует возможность для человека осуществлять зрительный контроль в процессе двигательного акта. В этом случае большое значение имеют *точностные характеристики* движений оператора, т. е. возможности человека по различению (без участия зрительного контроля): а) *направления*; б) *размаха*; в) *длительности*; г) *силы движения*. Эти характеристики особенно необходимо учитывать при организации дозированных движений. Наиболее точные ощущения характерны для движений, совершаемых на расстоянии 15–35 см от средней точки тела. Уже на расстоянии 40–50 см точность анализа существенно снижается. Точность попадания рукой в нужное место на пульте управления составляет  $\pm 15$  см в средней зоне ниже груди и  $\pm 30$  см в крайних зонах. Амплитуда движений наиболее точно оценивается в пределах 8–12 см. Более короткие амплитуды переоцениваются, более длинные недооцениваются. Движения сверху вниз обычно переоцениваются. Длительность движения может оцениваться с точностью 0,1–0,2 с.

При изучении дозирования усилий выявлено, что оператор с большей точностью способен сохранять одно и то же усилие, чем изменять его в определенных пределах. Специальные тренировки позволяют значительно повысить точность регулировочных усилий. Так, если до тренировки пороги различения веса и нагрузок находились в пределах 3–10 %, то после тренировки различение веса осуществлялось уже с точностью до 1 %.

## 10.5. Рабочие позы человека-оператора

*Рабочая поза* (применительно к трудовой деятельности) – это наиболее частое и предпочтительное взаиморасположение частей тела человека при выполнении трудовых операций [2]. Рабочая поза характеризуется взаимоот-

носителем расположением звеньев тела человека без учета его ориентации и местоположения в пространстве и отношения к опоре. В зависимости от трудовой деятельности различают следующие рабочие позы: работа «стоя», «сидя», «сидя – стоя попеременно», с «перемещением», «лежа». В ряде случаев человек при работе может находиться в *вынужденной рабочей* позе [5].

Каждое из этих рабочих положений характеризуется определенными условиями равновесия, которые определяются в основном величиной площади опоры, положением общего центра тяжести по отношению к площади опоры. Кроме этого, каждое из них характеризуется определенным взаиморасположением звеньев опорного аппарата, степенью напряжения мышц, положением внутренних органов, состоянием кровеносной и дыхательной систем и, следовательно, расходом энергии. Выбор рабочего положения обычно определяется величиной усилий, которые затрачивает человек при выполнении той или иной операции, размахом движений, необходимостью переходить с места на место или возможностью сосредоточить свою работу на одном месте, точностью и темпом выполнения трудовых операций. В каждой из рабочих поз можно различать бесчисленное количество рабочих положений.

Изменения состояния соматической мускулатуры человека в процессе длительного поддержания одной и той же позы колеблются от положительной, или продуктивной, напряженности, до утомления и так называемого «позного стресса». «Позный стресс» 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.) последствия поддержания неудобной рабочей позы (асимметричность позы, слишком высокое или безопорное положение рук и стоп и т. п.), вызывающие хронические заболевания.

### **Удобство рабочей позы и рациональное положение тела работающего человека**

Положительное напряженное состояние скелетно-мышечной системы при позной активности это прежде всего отсутствие ощущений этого напряжения у работающего. Это комфортное состояние называется соматическим комфортом как частное проявление функционального комфорта. К осязаемым составляющим соматического комфорта можно отнести работу костного аппарата как систему рычагов: угловые соотношения звеньев тела (углы комфорта), степень статического и динамического напряжения в мышцах, уровень чувствительности мышечно-суставных рецепторов (проприорецепторов) и вестибулярного аппарата, а также состояние дыхательной и сосудистой систем, обеспечивающих нормальное функционирование костно-мышечной системы [51].

В психологии труда и эргономике часто пользуются более точным словесным определением соматического комфорта, а именно термином «удобство» или «эргономически целесообразно» [2, 5]. При проектировании рабочего места и используемого оборудования необходимо предусматривать рациональное положение тела работающего человека, которое должно быть удобным и сво-

бодным. При этом «удобство позы» следует рассматривать как состояние человека, субъективно не испытывающего раздражения, усталости, онемения частей тела, чрезмерного напряжения мышц, болей, а следовательно, способного длительное время работать, не утомляясь и не ощущая своей сомы и сохраняя необходимый для данной деятельности уровень работоспособности.

При рассмотрении удобства рабочей позы следует прежде всего исходить из определения ее морфологической и физиологической целесообразности, ее соматической модели. Последняя характеризуется симметричностью, выпрямленным позвоночником с сохранением его естественных изгибов, наличием угла наклона таза, величиной углов вращения в суставах нижних конечностей в пределах  $95\text{--}105^\circ$ , опорным положением рук (временным или постоянным) и стоп. Поддержание такого соотношения звеньев тела должно снять значительную долю статических нагрузок на позные мышцы и предотвратить или отодвинуть во времени появление дискомфорта, в худшем случае проявление заболевания. «Удобство» следует рассматривать еще и с точки зрения полезности для здоровья. Понятие «удобство рабочей позы» может иметь временной характер. Гигиенисты давно отметили, что вредна не сама поза, а время пребывания в ней [50].

Следует учитывать такие особенности человека, как возраст, телосложение, пропорции тела. То, что удобно молодому человеку, может быть неудобно для пожилого, так как с возрастом происходят необратимые изменения в опорно-двигательном аппарате, ведущие к растяжению связок, расслоению хрящевой ткани, нарушению солевого обмена, уменьшению подвижности в суставах и т. п. Ощущение удобства различно у субъектов разного телосложения. Известно, что степень напряжения мышц спины у каждого человека зависит от формы позвоночного столба. Так, у сутулых и людей с очень прямой спиной напряжение в мышцах значительно больше, чем у людей с равномерно развитыми изгибами позвоночного столба.

Ощущение удобства может появиться не сразу, а по мере приспособления человека к данной позе. Даже к неудобной позе человек со временем может привыкнуть и не замечать этого неудобства, хотя через определенный промежуток времени у него могут появиться патологические изменения, которые с возрастом будут усугубляться.

При экспертной оценке качества изделий, а также при оценке изделий потребителем с использованием конкретных социологических и психологических методов исследования термин «удобство» рассматривается как *субъективный критерий* эргономической оценки качества изделия. *Субъективная оценка изделий* отражает объективный уровень качества изделия через опыт, привычки и традиции субъекта, производящего оценку, и лишь частично соответствует объективному компоненту, рассматриваемому с точки зрения эргономической целесообразности, функционального комфорта, полезности. *Субъективная оценка* часто значительно расходится с *объективной*, так как человеческий организм обладает большой пластичностью и может (в определенных пределах) приспособиться к нерациональной с точки зрения эргономики конструкции изделия, и бу-

дет считать ее удобной, вероятно, с детства. В данном случае «удобство» конструкции еще не означает, что она эргономически рациональна.

Рассмотрим основные характеристики различных рабочих положений человека.

### Рабочая поза «стоя»

Рабочая поза «стоя» является одним из наиболее распространенных видов рабочих поз. Она применяется при физической работе средней и тяжелой степени тяжести, а также при технологически обусловленной величине рабочей зоны, превышающей ее параметры при работе сидя. Положение «стоя» более естественно для человека, чем положение «сидя». Его поддержание обеспечивается наличием ряда анатомо-физиологических особенностей тела человека. Так, изгибы позвоночного столба и определенный угол наклона таза ( $40-45^\circ$ ) способствуют равномерному распределению силы тяжести тела и мышечной тяги, а хрящевые межпозвоночные диски амортизируют толчки при движениях и обеспечивают подвижность позвоночника. Взаимное расположение внутренних органов и их крепление также приспособлены больше к вертикальному положению. В этом положении человек имеет благоприятные условия для зрительного обзора, передвижения и сенсомоторных координаций. Зоны удобства в рабочей позе «стоя» и размеры моторного поля в этой рабочей позе показаны на рис. 30 и 31.

Нормальной рабочей позой в положении «стоя» можно считать такую, при которой человеку не требуется наклоняться вперед больше чем на  $15^\circ$ . Наклоны назад и в стороны нежелательны.

Верхняя неудобная зона		
Верхняя менее удобная зона		
Удобная зона		
Нижняя менее удобная зона		
Нижняя неудобная зона		
<p>Рис. 30. Зоны удобства в рабочей позе «стоя»</p>		<p>Рис. 31. Максимальная и оптимальная рабочие зоны рук в трех измерениях: 1 – оптимальная зона; 2 – максимальная зона; 3 – нормальная зона</p>

Для количественной оценки удобства работы человека в той или иной зоне досягаемости вводится понятие коэффициента удобства  $K_y$ :

$$K_y = T_y / T_{\text{зон}}$$

где  $T_y$  – время выполнения операций в наиболее удобной зоне;  $T_{\text{зон}}$  – время выполнения операций в данной рабочей зоне.

Установлено, что для зоны оптимальной досягаемости  $K_y = 1$ ; для зоны допустимой досягаемости  $K_y = 0,9$ ; для зоны максимальной досягаемости его значение составляет 0,3–0,6. За пределами зон досягаемости величина  $K_y$  может быть в отдельных случаях меньше 0,1 [6, 76]. Однако длительное поддержание положения «стоя» более утомительно, чем, например, положение «сидя». При постоянном фиксированном пребывании человека в положении «стоя» увеличивается гидростатическое давление на стенки сосудов, наблюдается застой крови в мышцах нижних конечностей. Это способствует появлению соответствующих профессиональных заболеваний сосудов, например, у парикмахеров, продавцов. Поэтому человеку, работающему стоя, необходимо обеспечить возможность изменения рабочей позы, а также возможность передвижения.

При работе стоя следует избегать длительно фиксированных рабочих поз. Когда человеку приходится долго стоять, он ощущает усталость в спине, плечевом поясе и затылке. Для предупреждения этого следует время от времени вытянуть руки вверх, прогнуться назад и сделать глубокий вдох. При потягивании уменьшается чувство усталости и ощущается прилив энергии. При работе на ногах или стоянии в очереди рекомендуется менять позу не реже чем через каждые 10 мин. Старайтесь опираться по очереди на каждую ногу, чтобы вес тела на них приходился попеременно. Обязательно меняйте положение ног: походите на месте, переступая с пяток на носки. Это необходимо для организма человека. Мышцы, сосуды, сухожилия, суставы и костные ткани регулярными движениями поддерживаются в нормальном функциональном состоянии.

### **Рабочая поза «сидя»**

Рабочие места, на которых человек находится в рабочей позе «сидя», организуют при легкой работе, не требующей свободного передвижения работающего, а также при работе средней тяжести в тех случаях, когда это обусловлено особенностями технологического процесса. Различные положения тела человека и зоны досягаемости в рабочей позе «сидя» показаны на рис. 32 и 33.



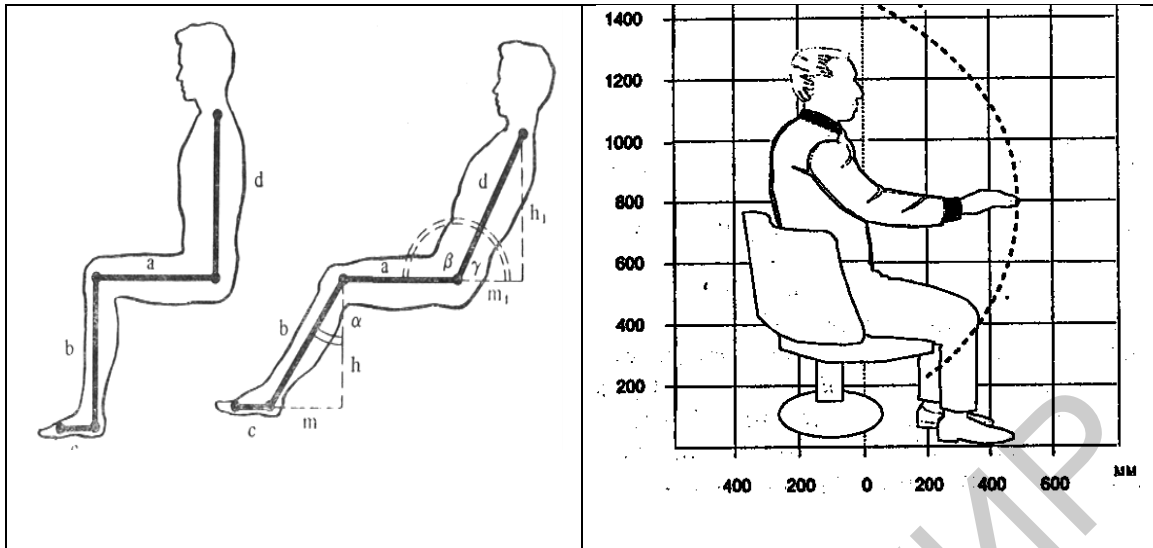


Рис. 32. Различные положения тела человека в рабочей позе «сидя»

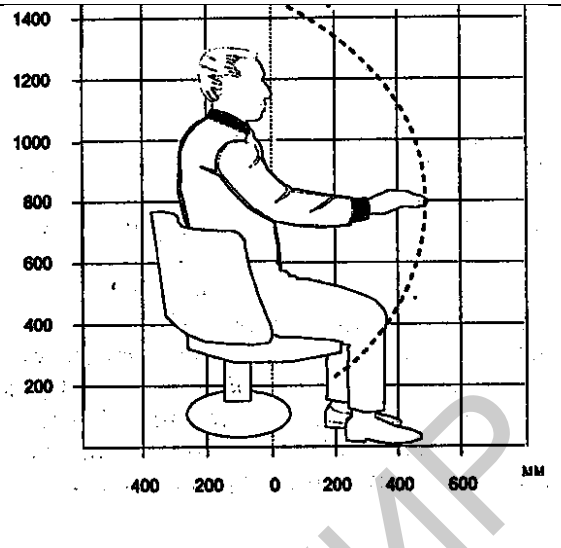


Рис. 33. Зона досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости

Положение «сидя» имеет ряд преимуществ по сравнению с положением «стоя». Уменьшаются статические нагрузки для поддержания веса тела, происходит разгрузка органов кровообращения, что снижает энергетические затраты. Однако длительная работа в положении «сидя» может привести к расслаблению мышц живота и тазового дна, патологическим изменениям межпозвоночных дисков, образованию сутулости.

Для длительного поддержания положения сидя требуется выполнение двух противоположных условий. Во-первых, необходимо наличие искусственных поддержек, которые обеспечивали бы стабильность корпусу, во-вторых, необходимо снятие давления с тех поверхностей тела, которые контактируют с этими поверхностями. Однако фиксация рабочей позы приводит к ограничению размеров моторного поля сидячего человека. При современных видах труда, требующих быстроты и точности совершения ручных операций, зрительного контроля и умственного напряжения, стабильность позы приобретает решающее значение.

Однако чем большую стабильность обеспечивают поддерживающие поверхности (рабочая поверхность, сиденье, подставка для ног), тем большее давление они оказывают на отдельные участки тела, вызывая ишемию (сдавливание мягких тканей и сосудов). Можно отдалить ее наступление, обеспечив свободу смены поз в процессе труда с помощью конструктивных особенностей элементов рабочего места. При отсутствии такой возможности ишемия приводит к ощущению дискомфорта, утомлению и болям, «позному стрессу». Все это заставляет человека «ерзать», отвлекаться от работы, даже покидать рабочее место, что весьма неблагоприятно отражается на качестве и количестве выполняемых им трудовых задач.

Средства достижения стабилизации можно разделить на две группы. Первая – это собственно средства, произвольные и непроизвольные. Вторая – искусственно созданные поддержки. Если стул не позволяет занять одновременно

стабильное и комфортное положение, организм сам стабилизирует позу в ущерб экономии мышечной энергии либо поддерживает тело за счет дополнительной нагрузки на руки и ноги, спонтанно выбирая наиболее устойчивые позы. Динамика тела человека сравнима с открытой цепью звеньев.

Для стабилизации тела сидящий человек постоянно пытается замкнуть открытые звенья двигательной цепи, непроизвольно сокращая затраты мышечной энергии на стабилизацию суставов: скрещивает руки на груди, держит руки в карманах, скрещивает ноги на уровне голеностопных суставов, на уровне колен, помещает стопу одной ноги на колено другой, опирается локтями на колени или головой на руки и т. д. Неудобное сиденье вынуждает человека искать собственные пути стабилизации положения. Так, у пассажиров транспорта наблюдали более 500 способов стабилизации позы.

Искусственно созданные поддержки (сиденье, спинка, подлокотники, подставка для ног) оказывают благоприятное влияние на многие проявления функционального состояния организма и его работоспособность. Так, наличие поясничной поддержки и подлокотников снижает давление в межпозвоночных дисках, а определенные положения звеньев рук – угол отведения в плечевом суставе 5–15 %, угол сгибания в локтевом суставе – 70–90° – создают условия для оптимального расслабления мышц плечевого пояса.

Когда орган управления или предмет труда расположен чрезмерно далеко спереди, работа становится также утомительной. При этом увеличиваются плечо силы тяжести и нагрузка на руки, что передается на межпозвоночные диски, усиливая внутридисковое давление. Причем, чем выше положение рук и плеч, тем быстрее наступает утомление и отказ от работы. Отмечено благоприятное влияние наличия поддержек для рук на снижение статической нагрузки мышц шеи, плеч, предплечий. На рабочих местах операторов ЭВМ уменьшается напряжение мышц при использовании клавиатуры с поддержкой для предплечья и кисти по сравнению с активностью мышц при работе на клавиатуре той же высоты, но не снабженной поддержкой [2, 79].

В новых технологических процессах (информационные и автоматизированные виды деятельности) определилась тенденция к увеличению однообразия и вынужденности позы «сидя», что также является одним из источников дискомфорта. На рабочих местах с регулируемыми параметрами наблюдается меньшее количество непроизводительных движений и жалоб сидящих, чем на нерегулируемых. Лишние движения снижают эффективность при зрительно и умственно напряженных видах деятельности на рабочих местах, оборудованных дисплеями. Частота смены позы «сидя» связана еще и с привычками сидящих людей. Женщины нередко любят сидеть на рабочем месте, положив ногу на ногу, тогда как мужчины чаще предпочитают скрещивать ноги.

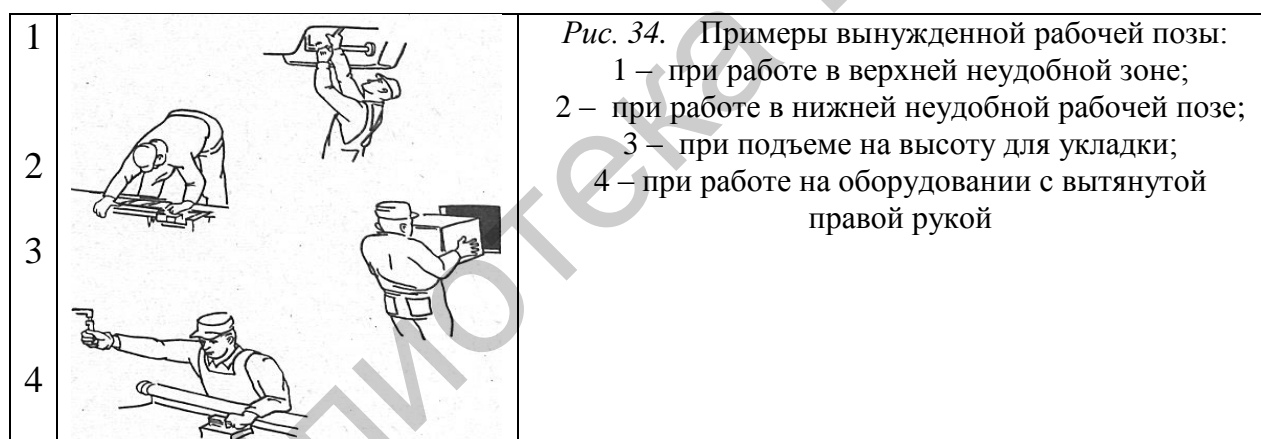
При оценке удобства и дискомфорта рабочей позы важным является длительность ее поддержания. Были проведены исследования длительностью в несколько часов, когда изменялись параметры стула, а также высота или местоположение экрана дисплея. Выявлено, что через 2,5–3 ч поддержания даже самой удобной рабочей позы частота смены поз возрастает более чем на 50 %,

что является чувствительным индикатором позного стресса и дискомфорта [2]. Установлена прямая зависимость между субъективным вербально характеризующим удобством позы и частотой ее смены. Чем реже человек меняет позу, тем более удобным он считает стул. Это связано с ощущением стабильности процесса сидения. Чем больше устойчивость позы, тем дольше ее можно сохранять.

### Вынужденные рабочие позы

Для целого ряда технологических операций характерно нахождение человека в вынужденной рабочей позе (рис. 34).

Поддержание вынужденных или неудобных поз приводит к перераспределению внутренних ресурсов организма, в результате чего страдают работоспособность и эффективность труда. При кумуляции ежедневного утомления от вынужденных поз может не хватать перерывов в работе и послерабочего отдыха для восстановления всех физиологических функций организма. В этом случае будет страдать здоровье человека. Признаками переутомления от позного перенапряжения являются жалобы на локализованные боли или неприятные ощущения в спине, шее, руках, ногах.

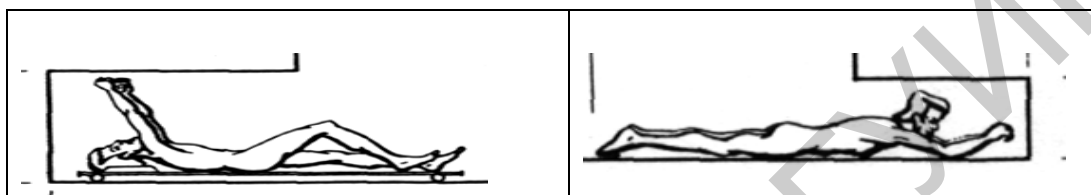


Для оценки неудобства рабочей позы необходимо знать механизмы ее регуляции, психологические особенности ее восприятия, пороги мышечно-суставной чувствительности, объективные и субъективные признаки дискомфорта рабочей позы, а также владеть методами субъективного шкалирования. Неудобство рабочей позы методически можно определять как через субъективные ощущения человека, так и через объективные последствия ее поддержания (заболевания опорно-двигательного аппарата, снижение работоспособности и др.). При этом ощущение комфорта и дискомфорта происходит различно. Под изучением вынужденной рабочей позы подразумеваются скорее факторы неудобства, дискомфорта. Существует множество признаков дискомфорта, которые фиксируются объективными (инструментальными) методами исследования: увеличение давления в межпозвоночных дисках, отеки ног, неравномерное распределение давления вокруг сидалищных буг-

ров на поверхности сиденья, увеличение статических напряжений в мышцах шеи и спины, частая смена позы, патологические изменения позвоночного столба и т. п. Эти проявления дискомфорта ощущаются и субъективно через раздражение, ерзанье, покалывание, онемение, боли, желание сменить позу, наконец, желание прекратить работу.

### **Рабочая поза «лежа»**

Рабочая поза «лежа» по различным конструктивным или технологическим причинам часто является вынужденной рабочей позой. На рис.35 показаны различные положения тела при рабочей позе «лежа» в условиях работы на вертикальной или горизонтальной поверхности.



*Рис. 35.* Рабочие позы человека при работе на вертикальной (слева) или горизонтальной (справа) поверхности

Например, вынужденную и неудобную для работы позу «лежа» вынуждены применять водители или ремонтники, располагаясь лежа под транспортным средством при устранении неисправностей его ходовой части. Не случайно в стационарных условиях для этих же целей начали применять смотровые ямы, а затем и гидравлические подъемники автомобилей.

## Тема 11. ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНИКИ, АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

### 11.1. Формирование эргономических требований к системе «человек – машина – среда»

Эргономические требования определяются свойствами человека-оператора и устанавливаются с целью оптимизации его деятельности в СЧМС. Эргономические требования являются базовыми при проектировании СЧМС на основе антропометрического подхода. Под эргономическими требованиями к СЧМС понимаются *требования к СЧМС, ее отдельным подсистемам, оборудованию, рабочей среде, определяемые свойствами человека и устанавливаемые для обеспечения его эффективной и безопасной деятельности* [2, 5].

Эргономические требования (ЭТ) предъявляются как к свойствам системы и различным ее элементам, так и к человеку как оператору. Формулировать эти требования и реализовать их весьма сложно, так как свойства человека являются более консервативными, часто иррациональными, чем свойства создаваемой системы, и, кроме того, его свойства являются первичными. *Под свойствами человека-оператора понимают его антропометрические, психофизиологические, физиологические и психологические характеристики и возможности. Свойства системы* определяются структурными, функциональными, энергетическими, информационными взаимодействиями и отношениями.

При формулировании эргономических требований имеет место логическая последовательность, изображенная на рис. 36.



Рис. 36. Логическая последовательность формулирования эргономических требований

Эргономические требования формируются на основании экспериментальных исследований и опыта эксплуатации СЧМС, требований эргономических стандартов. Эргономические требования *необходимы для обеспечения:*

- рационального распределения функций в СЧМС;
- рациональной организации рабочего места на основе учета в конструкции рабочих характеристик и свойств человека;
- соответствия технических средств возможностям человека по приему и переработке информации и осуществлению управляющих воздействий;
- оптимальных для жизнедеятельности и работоспособности человека показателей производственной среды.

Основными принципами реализации эргономических требований являются принципы *непрерывности, цикличности, обязательности* использования [5]. Принцип *непрерывности* состоит в том, что ЭТ учитываются на всех этапах жизнедеятельности СЧМС при *проектировании, создании* (производстве, испытаниях), *эксплуатации* СЧМС. Принцип *цикличности* заключается в том, что эргономические требования в различном содержании учитываются на всех этапах проектирования СЧМС, а именно при разработке: технических требований, технического задания, эскизного предложения, эскизного проекта, технического проекта, технической документации. При этом следует особо отметить необходимость учета ЭТ на самых ранних стадиях разработки, начиная с Технического задания на систему, когда определяется общий облик, состав, структура и организация системы. Причем ЭТ должны учитываться не только при выборе компонентов системы, но и при определении композиции, иерархии, архитектоники, кинетики системы. Принцип *обязательности* использования реализуется путем стандартизации ЭТ в стандартах различного уровня: международных, государственных, отраслевых, технических регламентах и др.

В настоящее время в мировой практике представлены эргономические стандарты четырех типов:

- 1) базовые, включающие основные характеристики человека (антропометрические, сенсорные, моторные и др.);
- 2) функциональные, включающие эргономические требования к техническим средствам, процессам, промышленным изделиям и системам;
- 3) стандарты, включающие показатели воздействующих на человека физических, химических и биологических факторов окружающей среды;
- 4) стандарты, включающие требования к процедурам и методам эргономических исследований [5, 79].

В наиболее общем виде эргономические требования направлены на обеспечение максимальной эффективности СЧМС при соблюдении допустимых норм деятельности человека и надежности технических средств.

Различают два вида эргономических требований: *общие* и *частные*. *Общие* – относятся к целым группам (классам) СЧМС. Они носят межотраслевой характер, являются в достаточной степени универсальными и могут быть представлены в стандартах, нормативной и справочной литературе. *Частные* – относятся к конкретным системам и обусловлены их назначением и особенностями эксплуатации. Частные ЭТ являются преимущественно отраслевыми, а их конкретная реализация относится к проектируемой (конструируемой) системе СЧМС.

В ряде случаев при конструировании систем, являющихся типовыми, достаточно использовать общие требования, уточняемые на основе прототипов и аналогов. При конструировании специфических объектов в каждом отдельном случае необходима детализация, уточнение, корректировка общих и частных требований, поиск их оптимальных или рациональных значений исходя из характерных особенностей деятельности человека-оператора, назначения и условий применения (использования) системы, а также компромиссного характера процесса проектирования и конструирования.

Эргономические требования имеют широкую и разветвленную номенклатуру. Общая номенклатура и основные характеристики ЭТ установлены ГОСТ 20.39.108–85. Причем ЭТ, относящиеся к техническим средствам деятельности, как более низким иерархическим уровням, также устанавливаются ГОСТами. Эргономические требования высших уровней трудно нормировать потому, что они в значительной мере зависят не только от свойств человека-оператора по приему и переработке информации, но и от специфических условий построения и применения СЧМС, а также характера операторской деятельности. Часть ЭТ поддаются строгому количественному описанию и их характеристики установлены в ГОСТах. Остальные могут быть представлены описательно, на качественном уровне.

В настоящее время предлагаются различные классификации ЭТ [43]. Наиболее целесообразной является классификация эргономические требования по следующим признакам: 1) *иерархический предметно-функциональный*; 2) *фасетный принцип*; 3) *по различным уровням свойств человека*.

*Иерархический предметно-функциональный признак.* Все ЭТ классифицируются по объектам их предъявления, функциональному назначению, структурному построению и информационному взаимодействию этих объектов. По этому признаку установлены общие ЭТ к организации СЧМС, организации деятельности оператора, техническим средствам его деятельности. Иерархическая классификация характеризуется тем, что каждое множество последовательно делится на взаимоисключающие подмножества (подклассы, классификационные группы) по соответствующему одному основанию классификации. Иерархической классификации присуща определенная стройность и законченность, однако оперирование с ней требует перебора большого объема информации при последовательном приближении к искомому данным. Для ручных методов проектирования является вполне приемлемой.

Тенденция перехода на систему автоматизированного проектирования (САПР) в различных отраслях народного хозяйства требует перехода на более гибкие и формализованные классификации. Так, например, сейчас предъявляются более строгие требования к структурированию, таксономической классификации, тезаурусному обозначению ЭТ. В этой связи дополнительно к иерархическому предметно-функциональному принципу классификации может быть рекомендован фасетный принцип.

*Фасетный принцип* классификации предусматривает возможность независимого формирования множества (класса) из подмножеств (подклассов), выбираемых из нескольких предварительно построенных категориальных множеств (классов) или фасетов, соответствующих разным основаниям. *Фасетный принцип* классификации отличается тем, что каждое множество (класс, объект классификации) делится на несколько групп подмножеств (подклассов, групп, классификационных группировок) по соответствующим нескольким признакам классификации, а каждое из выделенных подмножеств (подклассов), в свою очередь, может быть разделено по одному или нескольким признакам. Таким образом, организующие новую фасету подмножества получают

дополнительные таксономические связи, образуя сетевые структуры либо классификационные группировки. Существенным отличием фасетной классификации от иерархической является то, что классы (группы) таксонов заранее не перечисляются при индексировании имеющейся документографической информации исходя из решаемой эргономической задачи с учетом информационной потребности. При этом значительно расширяются границы информационного запроса, так как отсутствует необходимость в заранее расклассифицированных запросах, сориентированных на иерархические классификаторы.

Классификация ЭТ по *различным уровням свойств* человека определяется своеобразием свойств человека. В зависимости от вида учитываемых свойств и характеристик человека-оператора различают следующие требования: *гигиенические, антропометрические, физиологические, психофизиологические, психологические*, которые в своей совокупности образуют эргономические требования [79].

**Гигиенические требования** определяют безвредные и безопасные условия жизнедеятельности человека, обуславливают роль среды в СЧМС. Их составляют на основе санитарно-гигиенических рекомендаций и нормативов (нормы по микроклимату, газовому составу, освещенности, шуму и т. д.). Гигиенические требования обеспечивают соблюдение норм микроклимата и ограничивают воздействие вредных и опасных факторов производственной среды.

**Антропометрические требования** обусловлены антропометрическими статическими и динамическими (биомеханическими) характеристиками и свойствами человека: размером, формой и весом человеческого тела и его частей (рук, ног, головы, туловища) в статике и динамике.

**Физиологические требования** учитывают энергетические возможности организма человека по обеспечению физических и умственных усилий в процессе выполнения трудовых задач, устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды, реализации физических качеств силы, скорости, выносливости и подобных при эксплуатации техники. Многие из требований этой группы составлены на основе принципа экономии движений, т. е. их оптимального характера, последовательности, темпа и ритма.

**Психологические требования** определяют соответствие СЧМ и ее элементов психологическим особенностям человека. К ним относятся особенности восприятия информации, памяти, мышления, психомоторики человека. Психологические требования учитывают возможности участия человека в информационном взаимодействии в СЧМ, определяющие процессы приема и переработки информации, выполнение управляющих действий в СЧМС. Кроме этого, они учитывают их влияние на легкость и быстроту формирования навыков человека, закрепление им вновь приобретенных навыков, а также на объем и скорость восприятия и переработки информации человеком.

Рассмотренные эргономические требования предъявляют к различным элементам СЧМС: 1) рабочим местам операторов; 2) пультам управления; 3) органам управления и индикации; 4) системам отображения и ввода информации; 5) эксплуатационной документации. ЭТ к организации СЧМС и деятельности оператора



определяются изменяемыми в широких пределах психологическими и отчасти психофизиологическими свойствами человека-оператора по приему и переработке информации. ЭТ к техническим средствам деятельности определяются более стабильными и консервативными антропометрическими и физиологическими свойствами человека.

В заключение отметим, что *применение ЭТ* имеет несколько специфических особенностей [2]. Так, применение массива общих ЭТ по ряду причин зачастую не может в полной мере удовлетворить потребителя – конструктора. Это обусловлено тем, что использование ЭТ в проектной деятельности требует специальной эргономической подготовки проектировщика, поскольку объем, форма, последовательность приведенных эргономических требований затрудняют оперативную работу с ними. Логика изложения ЭТ часто не соответствует последовательности проектной работы конструктора. Приведенные эргономические данные в ряде случаев носят описательный, качественный характер, без строгих количественных характеристик, к которым так привык конструктор. В первую очередь это относится к эргономическим требованиям, предъявляемым к построению (организации) СЧМ и информационным взаимодействиям человека-оператора с машиной. Группа этих ЭТ существенно зависит от характера и условий операторской деятельности в проектируемой системе и заранее их детерминировать невозможно. Они определяются в большей степени психологическими особенностями и возможностями человека по приему и переработке информации, которые зависят от индивидуально-типологических свойств личности, его профессиональной подготовки (степени формирования навыков), отношения к выполняемой задаче (мотивации) и т. п.

С учетом изложенного можно констатировать, что имеются серьезные трудности из-за сложностей перевода (изложения) ЭТ на языки специалистов:

- прагматический язык системотехника;
- формализованный – инженера;
- предметный – конструктора, технолога;
- образный – дизайнера, архитектора.

Поэтому сейчас вид и форма представления ЭТ больше ориентированы на исследователя, чем на практика. На практике инженеру-конструктору для подбора необходимых ЭТ надо четко представлять весь массив эргономической информации и иметь опыт работы с ним. Обращение только к научно-технической документации, представленной в виде государственных и отраслевых стандартов, нормативных и руководящих материалов, сейчас не является достаточным. Сегодня требуется совершенствование формы представления ЭТ в этих документах. Целесообразно более широкое использование визуализации ЭТ, внедрение специальных картотек, банка данных, наконец, общепринятой классификации ЭТ.

Использование систем автоматизированного проектирования предопределяет повышенные требования к классификации, структурированию, компактности, формализации, кодированию ЭТ. В этих условиях особую важность при-

обретают вопросы систематизации, обобщения, предмашинной обработки, хранения и использования ЭТ с помощью компьютера (ПЭВМ) на основе создания банка эргономических данных. Важнейшим условием *эффективного внедрения* ЭТ при проектировании, производстве и эксплуатации СЧМС является их *стандартизация и нормирование*.

## 11.2. Эргономичность системы «человек – машина – среда»

Эргономику интересуют не все возможные «первичные» качества человека, машины, среды, а лишь те, которые определяются положением и ролью человека в системе «человек – машина – среда». Именно поэтому они называются человеческими факторами в технике [5, 78]. Человеческие факторы в технике являются важнейшими интегральными характеристиками системы «человек – машина – среда». Они представляют собой некоторую суперпозицию исходных показателей или соответственно фиксированные (или динамичные) функциональные связи между элементами и компонентами системы. В структурном аспекте человеческие факторы в технике выступают как основные системообразующие элементы, или таксономические единицы анализа функциональной структуры системы. Однако ее функциональная структура обусловлена не только человеческими, но и организационными, информационными, территориальными и другими факторами. Поэтому выделение человеческих факторов в технике в качестве единиц анализа, т. е. элементов функциональной структуры системы, не исключает выделения в ней в зависимости от целей анализа, таксономических единиц другого рода.

Проблема критериев – едва ли не центральная в эргономике. Она конкретизируется как проблема соотношения критериев и показателей, используемых в экспериментальных исследованиях наук, на стыке которых возникла эргономика, и критериев, в соответствии с которыми проектируются и оцениваются системы в реальном мире.

Известный американский специалист в области человеческих факторов А. Чапанис, формулируя эту проблему, поясняет ее суть на примере из повседневной жизни Америки. Когда американец решает вопрос о покупке нового автомобиля, какими соображениями он руководствуется? Разве он судит об автомобиле по тому, как он влияет на его кровяное давление, ритмы дыхания и особенности мышления? Вряд ли. И уж совсем американец не думает о том, как может воздействовать автомобиль на критическую частоту мельканий, на скорость его реакции или на ту предполагаемую величину, которую называют коэффициентом интеллектуальности. Можно предположить с большой уверенностью, что человек сделает свой выбор на основании следующих факторов: внешний вид автомобиля, эргономика салона, наличие запасных частей и возможности обслуживания, цена, удобство управления, экономичность эксплуатации, емкость для багажа, качество хода, приспособления, обеспечивающие его безопасность, размеры и скорость [2].

Обратимся к одному из факторов – удобству. Его содержание позволит составить первоначальное представление о сложности проблемы соотношения

показателей и критериев. Попробуем ответить на несколько вопросов. Как измеряется удобство и каковы его составляющие? Имеет ли проектирование сидений в соответствии с антропометрическими данными отношение к удобству? Безусловно. А как насчет факторов среды, таких как освещение, шум и вибрации? Являются ли они важными составляющими удобства? Конечно. Входит ли ощущение безопасности в понятие удобства работы человека? Несомненно.

Таким образом, удобство – не однозначное понятие, которое может быть определено какой-то одной величиной. Возможный путь постановки проблемы состоит в следующем: каким образом специалисту по эргономике отобрать из всех возможных зависимых переменных те, которые будут использованы в дальнейшем. Вероятно, это будут именно те переменные, которые могут иметь наибольшую соотнесенность с критериями, используемыми при проектировании и оценке системы «человек – машина – среда» [5].

Человеческие факторы в технике не даны изначально. Они представляют собой искомое, которое может быть найдено лишь на основе предварительного анализа задач системы «человек – машина – среда», функций человека в ней, вида и отличительных черт его деятельности. В результате такого анализа определяется номенклатура человеческих факторов в технике, учет которых необходим для создания нормальных условий деятельности человека и эффективного функционирования системы. Человеческие факторы в технике – это структурные образования различной степени сложности, в этом смысле они представляют собой некоторое временное сочетание сил, способное осуществить определенное достижение. Понятие деятельности служит теоретической основой рассмотренной трактовки человеческих факторов в технике и в качестве подхода к решению указанной проблемы применяется следующая концептуальная схема [2, 5, 79].

Во-первых, теоретические представления о природе человеческих факторов в технике позволяют развернуть следующую структурную схему формирования целостной эргономической характеристики системы «человек – машина – среда». Эта иерархическая динамическая структура (рис. 37) включает несколько уровней, каждый из которых обладает определенной качественной спецификой, не сводимой к механическому объединению ее составляющих. Высший уровень – **эргономичность** системы «человек – машина – среда». При этом эргономичность СЧМС взаимосвязана с другими критериями, которые характеризуют СЧМС: производительность, надежность, экономичность, экологичность и эстетичность, широко применяемыми в технике.

*Эргономичность системы «человек – машина – среда»* – целостная, интегративная характеристика, которая вырастает из ряда эргономических свойств, групповых и единичных показателей. Являясь высшим уровнем рассматриваемой иерархической структуры, *эргономичность СЧМС*, во-первых, всегда остается основным и ведущим уровнем, реализуется с помощью ниже лежащих уровней и от них зависит.

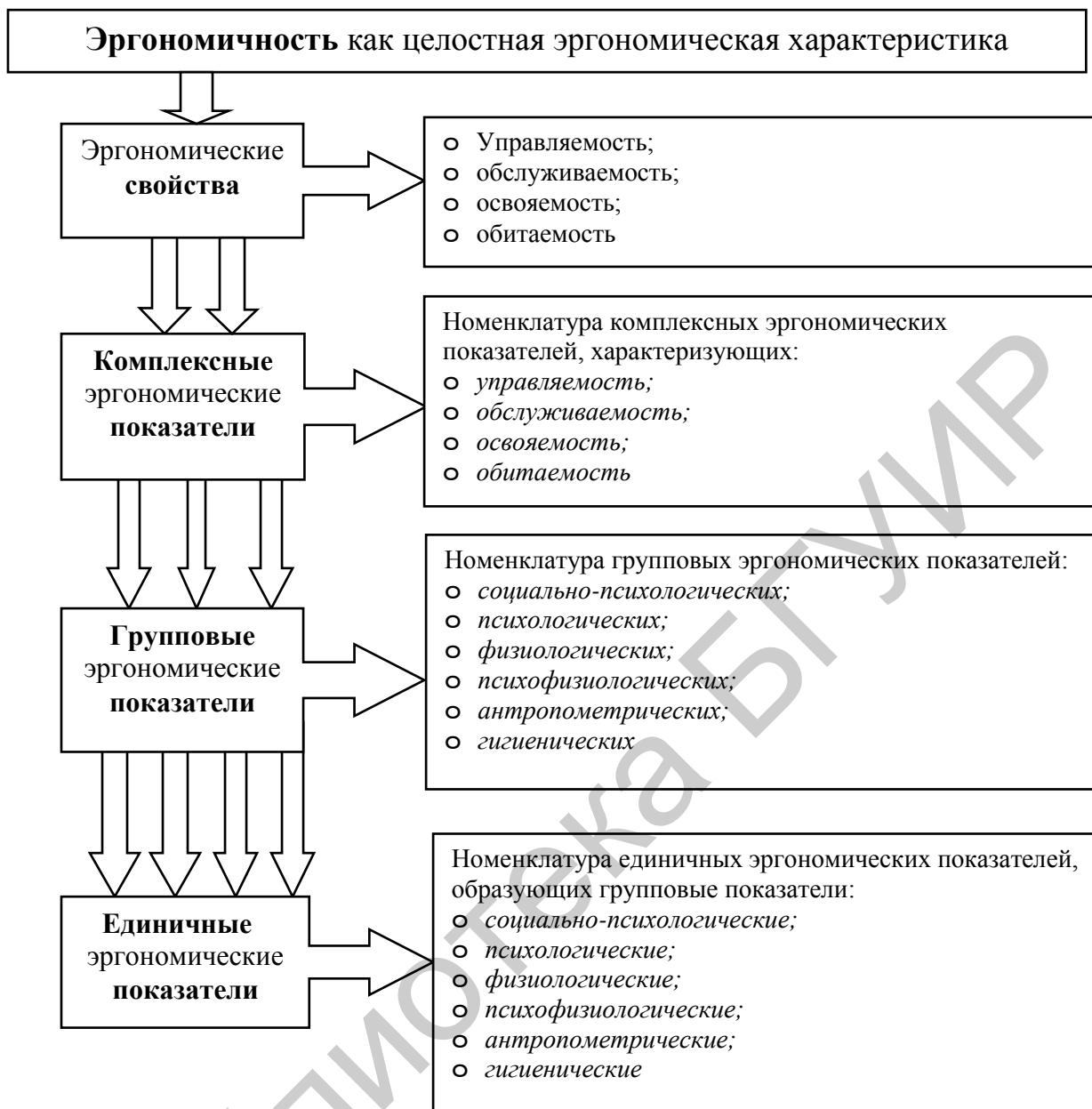


Рис. 37. Структурная схема эргономичности СЧМС, эргономических свойств, групповых и единичных эргономических показателей

Во-вторых, *эргономичность СЧМС* – это целостность эргономических свойств, которые включают следующие эргономические свойства: 1) *управляемость*, 2) *обслуживаемость*, 3) *освояемость*, 4) *обитаемость*.

В-третьих, *эргономичность СЧМС* формируется на основе следующих базовых характеристик: *социально-психологических, психологических, физиологических и психофизиологических, антропологических, гигиенических* в их соотношении с техникой, которые образуют соответствующие групповые показатели.

На четвертом уровне рассматриваются единичные показатели человеческого фактора в технике, которые формируют соответствующие групповые

показатели верхнего уровня как базовые характеристики эргономичности СЧМС.

Рассматриваемая структура позволяет представить различные уровни интегрирования в эргономике. Причем каждый из рассматриваемых уровней обладает определенной качественной спецификой и не предполагает механическое объединение составляющих его разнородных показателей. Для инженера-проектировщика важно знать не только номенклатуру и характеристики эргономических показателей, но и то, как на их основе формируются эргономические свойства проектируемых объектов. В этом проектные задачи создания техники наиболее тесно смыкаются с эргономикой. Каждый шаг на пути решения этой сложной проблемы еще раз акцентирует определенную ограниченность и временный характер учета человеческого фактора в технике и создает реальные предпосылки для разработки научно обоснованного инструмента целенаправленного формирования в процессе проектирования эргономических свойств техники. Другими словами, существенно меняются роль и место эргономики в проектировании техники, когда от решения отдельных задач, связанных с частичным улучшением трудовой деятельности человека в уже спроектированных, заданных технических системах, она переходит к полноценному участию в построении общей функциональной структуры систем «человек – машина – среда». Речь идет о том, чтобы с самого начала проектировать человеко-машинную систему, а не только технические средства, которые лишь на стадии практической «подгонки» их к человеку становятся компонентами указанной системы.

Методологическое значение предложенной структуры свойств и показателей состоит в том, что она открывает возможности действительно содержательного эргономического описания систем «человек – техника», позволяющего, в свою очередь, строить модели, отображающие соответствующие закономерности их функционирования. Теоретические основания этой структуры имеют много общего с положениями системного подхода к изучению главного звена СЧМС – человека – и системы в целом [5, 79]. Структура эта является эффективным методическим инструментом эргономики, позволяющим изучение систем «человек – техника» на функциональном уровне.

Таким образом, структура эргономических свойств и показателей СЧМС стимулирует процесс пересмотра некоторых установившихся представлений о методах проектирования техники и тем самым способствует ее переходу на новый более высокий эргономический уровень.

### **11.3. Эргономические свойства и показатели**

Эргономичность формируется на основе интеграции эргономических свойств и показателей, где эргономические свойства и показатели каждого предыдущего уровня являются основой формирования эргономических показателей последующего уровня (см. рис. 37). Здесь действует общий принцип, которому подчиняются межуровневые отношения структуры деятельности чело-

века и который состоит в том, что наличный высший уровень всегда остается ведущим, но он может реализовать себя только с помощью уровней нижележащих и в этом от них зависит [5].

Первые три эргономических свойства – *управляемость*, *обслуживаемость* и *освояемость* – описывают свойства системы, при которых она органично включается в структуру и процесс деятельности человека или группы людей по управлению, обслуживанию и освоению СЧМС. 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 (шум, вибрация, излучения, загазованность и др.) в самом источнике их образования в системах, машинах и оборудовании. Рассмотрим содержание каждого из приведенных эргономических свойств [2, 5].

**Управляемость** определяет:

- соответствие распределения функций между человеком (группой людей) и машиной оптимальной структуре их взаимодействия при достижении поставленных целей, при которых обеспечивается ведущая роль человека;
- соответствие конструкции машины (отдельных ее элементов) и организации рабочего места оптимальной психофизиологической структуре и процессу деятельности человека в нормальных и аварийных условиях;
- соответствие содержания задаваемой машиной деятельности по управлению оптимальному уровню сложности и разнообразию действий человека;
- соответствие задаваемой машиной напряженности деятельности минимальной напряженности, при которой достигается наивысшая эффективность управления;
- соответствие задаваемых машиной требований к качеству деятельности по управлению оптимальным точностным, скоростным и надежностным возможностям человека;
- соответствие задаваемых машиной темпов и ритмов трудовых процессов оптимальной временной структуре работающих людей.

Для реализации управляемости необходимо распределение функций между человеком и машиной, которое обеспечивает при их взаимодействии ведущую роль человека за счет возможности его опережающих действий и исключения из обмена сигналов и команд, дезорганизирующих функционирование техники или человека. Поэтому, с одной стороны, скорость протекания процессов в технических системах, точность выдерживания их параметров, энергонасыщенность машин требуют точности, своевременности информации, как получаемой от машины, так и вводимой в машину, а с другой стороны, последнее слово должно оставаться за человеком. Опережение машиной действий человека непременно приводит к утрате контроля над СЧМС, а затем и к поте-

ре управления ею. Последствием такой ситуации может быть не только авария, но и возникновение эмоционального стресса у персонала со всеми нежелательными последствиями.

**Обслуживаемость** – соответствие конструкции машины (или отдельных ее элементов) оптимальной психофизиологической структуре и процессу деятельности по ее эксплуатации, обслуживанию и ремонту. Конструкторы традиционно озабочены надежностью, долговечностью, быстроходностью, массой машины и пр., но из-за отсутствия эргономических рекомендаций практически мало интересуются ее монтируемостью, транспортабельностью, ремонтпригодностью. В результате оборудование, имеющее высокие функциональные характеристики, может требовать от персонала предельно больших уровней расхода рабочей силы из-за неудачного размещения узлов машины (низко расположены, заслонены другими деталями, тесно, невозможно применить инструмент и т. д.).

**Освояемость** определяет:

- заложенные в машине и эксплуатационной документации возможности быстрее ее освоения на основе приобретения необходимых знаний, умений и навыков управления и обслуживания;

- задаваемые машиной требования к уровню развития профессионально значимых психофизиологических и психологических функций человека для деятельности как в нормальных, так и аварийных условиях;

- задаваемые машиной требования к характеру и степени группового взаимодействия при ее управлении;

- заложенные в машине возможности для развития и совершенствования профессионально важных качеств.

Так, например, известно, что переход работников с универсальных металлообрабатывающих станков на гибкие производственные системы встречает сопротивление людей из-за недостаточной освоенности нового оборудования. Программирование, электроника, их описание в инструкциях по эксплуатации часто не ориентированы на имеющийся уровень знаний персонала, они зачастую усложнены и не учитывают психологических трудностей, связанных с восприятием новизны технологического процесса.

**Обитаемость** определяет:

- соответствие условий функционирования машины биологически оптимальным параметрам рабочей среды, обеспечивающим человеку нормальное развитие, хорошее здоровье и высокую работоспособность;

- уменьшение или ликвидацию вредных для природной среды условий функционирования машины.

Например, работа в производственном корпусе, лишенном доступа естественного света и имеющем высокую величину отражения звука, вызовет в первую очередь сильное психическое утомление с дальнейшими негативными последствиями как поведенческого, так и соматического характера из-за низкого показателя обитаемости.

Качественными показателями эргономичности являются [2, 5, 79]:

1) 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;

2) по *обслуживаемости*:

- среднее оперативное время занятости человека подготовкой техники к ее применению;
- среднее оперативное время занятости восстановлением или профилактикой техники;

3) по *освояемости*:

- среднее календарное время профессиональной подготовки человека-оператора;
- уровень квалификации человека, необходимый для обслуживания техники.

Каждое эргономическое свойство представляет определенную целостность человеческих факторов в технике, которые являют собой разные, но взаимосвязанные существенные признаки указанных свойств и формируются на основе базовых характеристик. В качестве базовых характеристик используются следующие групповые показатели: *социально-психологические, психологические, физиологические и психофизиологические, антропометрические, гигиенические* в их соотношении с техникой.

**Социально-психологические** включают:

- соответствие конструкции машины и организации рабочих мест характеру и степени группового взаимодействия;
- степень опосредования межличностных отношений содержанием совместной деятельности по управлению машиной.

**Психологические** включают:

- соответствие машины возможностям и особенностям восприятия, памяти, мышления, психомоторики работающего человека;
- закрепленным и вновь формируемым навыкам человека.

**Физиологические и психофизиологические** включают соответствие машины силовым, скоростным, энергетическим, зрительным, слуховым, осязательным, обонятельным возможностям и особенностям человека.

**Антропометрические** включают соответствие машины размерам и форме тела работающего человека, распределению его веса.

**Гигиенические** включают следующие показатели: освещенность, вентилируемость, температура, влажность, давление, напряженность магнитного и электрического полей, запыленность, радиация, токсичность, шум, вибрация, невесомость и др.

Основным методом, применяемым для оценки эргономичности, является экспертный метод, который может быть дополнен в своем сочетании инструментальными и расчетными методами. Оценивая каждый из рассмотренных показателей в баллах, с учетом их весомости и специфики для каждой СЧМС можно по-



следовательно по иерархической структуре определить эргономичность промышленного изделия в его интегральной балльной оценке. Очевидно, что предлагаемый эргономический принцип оценки качества основан как на сопоставлении оцениваемых показателей с нормативами (международными, национальными стандартами и эргономическими требованиями), так и на исследовании уровня функционального напряжения организма работающих, анализе эргономической «стоимости» выполнения работы в данном виде СЧМС [2, 5, 79].

В результате получается «эргономический паспорт» изделия, который отражает его эргономический уровень по всей номенклатуре параметров эргономичности. Подобный «эргономический паспорт» позволяет сопоставлять отечественные и зарубежные аналоги и прототипы, проводить сравнительную оценку в мониторинговом режиме изменения конкурентоспособности отечественной продукции, давать рекомендации по ее совершенствованию. Эргономичность может также использоваться в рекламной компании промышленных изделий с подчеркиванием ее конкурентоспособности по этому важному для потребителя параметру.

#### 11.4. Юзабилити программного обеспечения

**Юзабилити** (от англ. *usability* – удобство использования) – понятие в эргономике, точнее в разделе микроэргономика, которое означает конечный уровень удобства предмета для использования в заданных целях. При разработке интерфейсов термином «юзабилити» чаще всего обозначают логичность, простоту в расположении элементов на странице, т. е. общую концепцию удобства их использования. **Официальное определение «юзабилити»** приведено в Международном стандарте ISO 9241-11: «степень, с которой продукт может быть использован определенными пользователями при определенном контексте использования для достижения определенных целей с должной эффективностью, продуктивностью и удовлетворенностью» (англ. «the extent to which a product can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use»). При этом относительная важность всех трех аспектов (эффективность, продуктивность и удовлетворенность) определяется этим самым контекстом.

Термин «юзабилити» не отличается интуитивной понятливостью для специалистов, как это часто происходит с иностранными словами. Это характерно и для термина «эргономика», который для большинства людей также является не очень понятным иностранным словом. Причем интуитивная понятность термина «юзабилити» для специалистов и для конечных пользователей – потребителей – не совпадает [35, 36, 68, 69, 72].

Юзабилити можно считать синонимом эргономичности с той небольшой разницей, что эргономичность – целостная, интегративная характеристика, которая вырастает из ряда эргономических свойств и показателей при использовании предмета, а юзабилити – суммарный уровень удобства, степень интеллектуального усилия для достижения положительно результата при использовании ПО. Именно поэтому, говоря о технике и различных аппаратных сред-

ствах, бытовых предметах, чаще используют понятие «эргономичность», тогда как «юзабилити» чаще используется для описания понятности элементов управления, количества и необходимости функций при разработке программного обеспечения, веб-проекта, веб-сайта.

Юзабилити означает не только улучшенную иерархию сайта или улучшенное визуальное руководство, это обеспечение возможности контакта с потенциальным клиентом посредством профессионального, грамотного дизайна и эргономики. Например, профессиональный разработчик должен обеспечивать пользователю возможность найти необходимую информацию независимо от сложности сайта и предоставлять ее именно тогда, когда она нужна.

### **Влияние различных факторов юзабилити на эффективность использования сайта**

Многие владельцы сайтов при разработке и оптимизации сайтов ориентируются в основном на требования поисковых машин. Сегодня этот подход нельзя назвать единственно правильным. В первую очередь сайт должен быть удобен для пользователей, так как именно они своими действиями в итоге определяют эффективность пользования. Наверняка все часто сталкивались с такими сайтами, на которых вроде и тексты неплохо подают информацию, и дизайн вызывает симпатию, но разобраться в структуре сайта быстро не получается: при поиске нужной страницы происходят заминки, то и дело не находится ссылка для перехода на следующую страницу, разделы сформированы нелогично. Это встречается даже на сайтах крупных интернет-магазинов, а там такие ошибки стоят больших финансовых и имиджевых потерь в прибыли.

За исходную позицию примем, что главное для юзабилити – это удобство пользования интерфейсом сайта. При оценке того или иного ресурса важно, насколько быстро пользователи разбираются в структуре сайта и выполняют простые действия, запоминают основные принципы интерфейса при повторном посещении и сколько ошибок совершают при навигации по ресурсу. Также немаловажный момент юзабилити – степень комфорта пребывания на сайте.

Свежий патент поисковой системы Yahoo говорит о том, что поисковые системы с данного времени умеют просматривать дизайн вашего сайта. В документе приводится перечень составляющих, влияющих на положение сайта на выдаче, куда входят даже графическое оформление страницы, скорость ее загрузки, размер таблиц (если такие есть), объем и расположение рекламных материалов и многое другое. Подобный патент есть и у Google.

Отдавая определенные позиции конкретному сайту, поисковые машины обращают внимание даже на HTML-код. Если поисковые машины обнаруживают, что страницы вашего сайта перегружены ненужными элементами, скриптами или не имеют релевантного содержания, то эти страницы не смогут занять верхние позиции в результатах поисковой выдачи. Это означает, что инструменты SEO в корне изменились. Если раньше высокие позиции могли занимать сайты с шаблонными дизайнами и огромными текстами, то сегодня ключевое значение имеют уникальный дизайн, качество и клиентоориентированность сайта. Для того чтобы поль-

зователь эффективно работал с представляемой информацией, необходимо глубокое понимание и знание основных принципов и правил юзабилити, которые должен знать и выполнять разработчик [21, 35, 36, 72].

### **Принципы и правила юзабилити**

Бен Шнейдерман долгие годы исследовал взаимодействие человека и компьютера и составил ряд правил, которым стоит следовать при разработке многих видов интерфейсов. Эти принципы актуальны как для программистов, так и для веб-дизайнеров. Правила Бена Шнейдермана следующие:

1. Необходимо стремиться к логичности.
2. Для опытных пользователей следует разработать быстрый способ, к примеру, горячие клавиши, макросы, сокращения.
3. Обратная связь должна быть информативной.
4. Необходимо всегда заканчивать диалог, т. е. доводить его до логического конца.
5. Дайте возможность пользователю исправлять все ошибки легко.
6. Выработайте простой способ отмены действий.
7. Пользователь всегда должен чувствовать, что все под контролем.
8. Кратковременную память нужно загружать как можно меньше.

Наряду с этим существуют и другие важные правила юзабилити.

**Правило трех кликов.** Пользователь будет доволен сайтом, если ему удастся найти всю необходимую информацию всего за три клика мышью. Это правило подчеркивает всю важность простой и понятной навигации. Хотя в большинстве случаев имеет значение не количество кликов, а общая понятность системы, даже десять кликов не проблема, если на каждом этапе человек четко понимает, где он и что делать дальше.

**Правило 7 ± 2.** Особенностью памяти человека является то, что кратковременная память может содержать одновременно от пяти до девяти понятий, поскольку возможности мозга по обработке информации не безграничны. Этот факт является результатом исследований Джорджа Миллера и используется при обосновании необходимости сократить количество объектов навигации меню до семи.

**Правило 80/20, или принцип Парето.** Данный принцип, получивший название «принцип Парето», заключается в том, что 80 % эффекта получается от 20 % усилий. В бизнесе, например, данное правило звучит так: «80 % продаж приходится на 20 % клиентов». Применительно к юзабилити правило работает не менее эффективно. Например, можно значительно улучшить отдачу ресурса, определив 20 % пользователей, действий, заказчиков, процессов или продуктов, которые дают 80 % прибыли, и именно на них обратить особое внимание при разработке.

**Правило двух секунд.** Это правило заключается в том, что пользователь не должен ждать больше двух секунд запуска или переключения приложения. Поэтому, чем меньше времени пользователь будет ждать, тем лучше. Значение 2 с выбрано совершенно произвольно.

**Перевернутая пирамида.** Перевернутая пирамида – это специфический стиль написания, при котором в начале статьи подается главная мысль, какой-либо вывод, а далее этот вывод доказывается по ключевым моментам. В конце следует наименее важная информация. Данный стиль написания подходит для сети Интернет, ведь пользователи хотят получить необходимую информацию как можно скорее.

**Правило Фиттса.** В 1954 г. Пауль Фиттс опубликовал статью, в которой была описана модель движения человека, характеризующая время, необходимое для быстрого перемещения к цели, как функцию определения расстояния до цели и размера цели. Данное правило часто используется при рассмотрении движения мышью от одной точки к другой. Это важно при перемещении элементов на странице с увеличенным количеством кликов. То есть часто используемые элементы страницы должны быть расположены недалеко друг от друга.

**Эффект Зейгарник, или эффект неопределенности.** Человек не любит неопределенности и недоговоренности. Люди стараются как можно быстрее находить ответы на возникающие вопросы. Именно на этой особенности и основан эффект неопределенности. В 1927 г. психолог Блюма Зейгарник проводила интересный эксперимент: собрав в одной комнате людей, им дали задачи для решения. Сославшись на недостаток времени, незаконченные работы забрали. После опроса выяснилось, что люди запомнили именно нерешенные задачи. Многие видеоролики, сюжеты и статьи, использующие эффект Зейгарник, обычно внезапно заканчиваются, не отвечая на возникающие вопросы и не разрешая сложную ситуацию. Данный эффект используется в рекламе: людям задаются провокационные и интересные вопросы. Маркетологи используют эффект неопределенности, вынуждая к клику по ссылке или чтению дополнительных материалов.

**Синдром утенка.** Как правило, пользователи привыкают и привязываются к первоначальному, хорошо изученному ими дизайну, и судят остальные по тому, насколько они похожи на него. Таким образом, пользователи предпочитают старые системы, похожие на те, которые они уже знают, и крайне не любят остальные. Данная проблема часто возникает в веб-дизайне: пользователи, привыкшие к старому интерфейсу, очень некомфортно чувствуют себя в новой структуре сайта.

**Баннерная слепота.** Пользователи игнорируют все, что более или менее напоминает рекламу. Рекламу замечают, но все рано игнорируют. У всех пользователей есть четко выработанные схемы, которым они постоянно следуют, выполняя различные действия в сети. В поисках нужной информации они фокусируют свое внимание именно на тех частях страницы, где эта информация может быть расположена, к примеру, текстовый контент. А красочные, анимированные баннеры игнорируются полностью.

**Гештальт-принципы восприятия форм.** Эти фундаментальные принципы фундаментальной общей психологии работают даже тогда, когда человек взаимодействует с компьютером:

- *Закон близости* говорит о том, что когда мы видим набор элементов,

расположенных в непосредственной близости друг от друга, мы распознаем их как группу.

○ *Закон сходства* утверждает, что похожие объекты человек группирует подсознательно.

○ *Закон симметрии* говорит о том, что мы склонны воспринимать симметричные объекты как один элемент.

**Зеркальный эффект.** Зеркальный эффект особенно важен при создании текстового содержимого, так как он может значительно улучшить связь между автором и читателем. Вещи, которые связаны с нашим собственным опытом, мы запоминаем намного лучше, чем те, которые не имеют к нам никакого отношения. Например, после прочтения статьи люди запоминают факты и персонажей, с которыми они как-либо связаны.

Резюмируя все вышесказанное, отметим, что от того, насколько грамотно вы знаете и реализуете основные правила и принципы юзабилити при разработке программного обеспечения или сайта, зависит эффективность их использования. В юзабилити используется много результатов различных фундаментальных психологических исследований. Поэтому можно отметить существующую тесную связь психологии и юзабилити.

## 11.5. Реализация понятия «юзабилити»

### **Специалист по веб-юзабилити и его роль при проектировании**

Часто ли вы, пользуясь Интернет-сетью, обращаете внимание на то, насколько качественно структурирована информация на сайте и насколько удобно устроена навигация? Обычно мы обращаем больше внимания на дизайн, когда он сделан «криво», это сразу «бросается в глаза», а затем на навигацию, если ничего не удалось найти. Известно, что если сайт не поможет быстро решить вашу задачу, то вы вряд ли когда-нибудь снова обратитесь к такому ресурсу. Между тем существует целый «клан» профессионалов, чья работа нацелена на то, чтобы сделать ваше пребывание в Интернете как можно более комфортным и успешным. Это специалисты по веб-юзабилити или юзабилити-инженеры.

В последнее время появилось новое направление – юзабилити-инжиниринг, являющееся прикладной дисциплиной, которая исследует и помогает учесть при разработке продукта, например, веб-сайта или программы, так называемый человеческий фактор, т. е. психологические, социальные, физиологические и другие особенности пользователей продукта. Цель юзабилити – сделать продукт максимально доступным, удобным, комфортным, полезным и эффективным, т. е. максимально повысить потребительские свойства, качество продукта, а значит, и его конкурентоспособность [35, 36, 58, 69, 72].

### **Базовое образование специалиста**

Поскольку специалист по веб-юзабилити (юзабилист, юзабилити-инженер, ю-инженер) должен учитывать человеческий фактор, то образовательный бэк-

граунд у него должен быть соответствующим - из сферы прикладных наук о человеке. Идеальный вариант - инженерная психология или эргономика.

БГУИР на основе профилирующей кафедры инженерной психологии и эргономики факультета компьютерного проектирования осуществляет подготовку на первой ступени высшего образования (бакалавриат) специалистов по специальности 1-58 01 01 «Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий». Выпускники-бакалавры этой специальности обладают необходимым комплексом профессиональных компетенций как психологического, так и технического профиля, включая программирование.

Психологи, этнографы и социологи также могут выполнять отдельные работы, связанные с юзабилити-исследованиями, но диапазон их использования весьма ограничен.

С другой стороны, поскольку данная специальность все-таки инженерная, юзабилитист должен хорошо разбираться в современных технологиях производства программного обеспечения, понимать основы создаваемой информационной архитектуры, быть на «ты» с компьютером и уметь разговаривать с разработчиками на их языке. И здесь наиболее предпочтительным вариантом образования на первой ступени высшего образования является специальность 1-58 01 01 «Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий».

Более углубленную подготовку можно получить на второй ступени высшего образования (магистратура) по специальности 1-23 80 08 «Психология труда, инженерная психология, эргономика» (отрасли науки – технические). Данная специальность ориентирована на подготовку по двум отраслям наук – психологические и технические. Магистров по этой специальности (отрасли науки – технические) также готовят на кафедре инженерной психологии и эргономике БГУИР.

### **Содержание деятельности юзабилити-инженера в процессе проектирования**

Юзабилити-инженер играет роль своего рода «мостика» между программистом и пользователем, веб-дизайнером и пользователем.

**Юзабилитист исследует деятельность пользователя еще на этапе предпроектного анализа.** Он формализует пользовательские задачи в виде алгоритмов или описаний бизнес-процедур. Для подобного рода ю-исследований юзабилитисту необходимо владеть методами сбора и анализа информации о предметной области, пользователе, его деятельности и его рабочем окружении. Это так называемые полевые методы исследования: интервью, анкетирования, опросы, наблюдения и пр.

**Следующая задача юзабилитиста** – трансформация описанных процедур сначала в концептуальную схему пользовательского интерфейса, затем в спецификации для программистов и дизайнеров и, наконец, в разработку руководств и стандартов по проектированию.

**На этапе детального проектирования** юзабилитист создает макеты (прототипы) пользовательского интерфейса: готовит эскизы экранных форм, определяет форматы отображения, навигацию, структуру меню, технику и средства

взаимодействия пользователя с продуктом и многое другое. Данная работа требует как владения техническими средствами для разработки подобных прототипов, так и знания множества эргономических требований и рекомендаций по проектированию пользовательских интерфейсов. Подготовленные макеты вместе со спецификациями передаются разработчикам, которые будут воплощать пользовательский интерфейс в жизнь.

Для того чтобы **оперативно опробовать разрабатываемые макеты** на будущих реальных пользователях, юзабилити-инженер может использовать технику быстрого прототипирования (rapid prototyping). Она дает ему возможность на основании результатов проведенных экспериментов (usability testing) внести необходимые коррективы в проект еще до начала реализации пользовательского интерфейса.

На **этапе тестирования** (как внутреннего, так и внешнего) юзабилити-инженер проводит полноценную эргономическую экспертизу проекта, которая организуется с участием как реальных пользователей, так и экспертов по эргономике. В ходе этой экспертизы дается оценка таким важным потребительским критериям, как удобство пользовательского интерфейса, эффективность решения пользовательских задач, продуктивность работы и субъективная удовлетворенность пользователя и др. Наряду с качественными оценками результатом эргономической экспертизы является перечень модификаций, рекомендаций и проектных решений, которые призваны разрешить выявленные эргономические противоречия и повысить юзабилити-качество продукта.

Наконец, на **этапе сопровождения проекта** ю-инженер организует сбор и анализ пользовательских отзывов о качестве работы созданной системы. Практический опыт, накопленный в ходе разработки, ю-инженер фиксирует в соответствующих проектных документах – руководствах и стандартах по ю-проектированию.

### **Юзабилити-специализации**

Поскольку объем работ по ю-исследованиям и ю-проектированию велик и разнообразен, в сфере юзабилити как отдельной отрасли инженерной деятельности вполне оправдана производственная специализация. По сути, полный цикл юзабилити-проектирования способна выполнить лишь грамотная юзабилити-команда под руководством опытного юзабилити-менеджера. Далее представлен список основных специализаций в области юзабилити и перечислены работы, выполняемые специалистами. Конечно, в реальном проекте каждому разработчику зачастую приходится исполнять сразу несколько из этих ролей, а в некоторых производственных циклах отсутствуют работы по той или иной специализации.

**Юзабилити-менеджер** – руководитель юзабилити-группы. Организация прикладных исследований и проектирования. Постановка задач разработчикам, их курирование и консультирование. Планирование проектирования и распределение ресурсов. Концептуальное проектирование. Взаимодействие с руководством проекта, менеджерами других проектных подразделений.

**Юзабилити-аналитик.** Владение методами сбора информации. Анализ раз-

ноплановой информации, собранной разработчиками. Подготовка аналитических отчетов и рекомендаций для проектировщиков. Формулирование проектных эргономических требований.

**Юзабилити-эксперт.** Владение методами эргономической экспертизы и ее организация. Оценка пользовательского интерфейса. Формирование наборов проектных эргономических требований. Разработка замечаний, рекомендаций по повышению эффективности и удобства использования. Создание проектных решений, улучшающих потребительские свойства продукта.

**Эргономист-проектировщик.** Владение методами эргономического проектирования, организация процесса проектирования. Проектирование с учетом человеческих факторов, эргономики и юзабилити.

**Специалист по полевым методам (инженерный психолог, эргономист, этнограф, социолог).** Работа с реальными или потенциальными пользователями непосредственно на их рабочих местах, исследование предметной области с точки зрения пользователей. Сбор и анализ данных (интервью, анкетирование, опрос, анализ рабочей документации, наблюдение, работа с фокус-группами и т. д.). В качестве примера можно привести опрос домохозяйек на тему, что они любят покупать в интернет-магазинах, а что нет и почему, какой магазин удобнее, а какой нет, и пр.

**Технический писатель.** Разработка проектной документации, стилевых руководств, стандартов проектирования и пр. Разработка пользовательской документации: руководств, справок, глоссариев, индексов, учебных пособий, рекламно-информационных материалов и пр. Разработка эргономических требований к написанию документации, а также правил и приемов оформления документации.

**Юзабилити-тестировщик.** Организация юзабилити-тестирования с привлечением реальных (потенциальных) пользователей. Юзабилити-тестирование – это специально поставленные эксперименты, запланированные на определенной стадии проектирования. Их результаты трансформируются в проектные решения. Тестирование производится не только по продукту в целом, но и для принятия решения по выбору той или иной проектной альтернативы (реализация той или иной функции или интерфейсного решения/элемента). Например, определяется, какая метафора для конкретного магазина лучше работает: «Корзина покупок» или «Портфель заказов».

**Дизайнер графического пользовательского интерфейса.** Владение методами и средствами проектирования пользовательских интерфейсов, эргономическими требованиями и рекомендациями по проектированию пользовательского интерфейса (стандарты и руководства по проектированию). Разработка концептуальных и детальных прототипов, стиля и элементов визуального дизайна, проектных спецификаций пользовательского интерфейса. Поиск технических компромиссов.

**Специалист по обучению пользователей.** Разработка учебного курса по обучению профессиональному пользованию системой. Организация процесса обучения пользователей. Следует сказать несколько слов о рациональных принципах ведения командной работы.



*Первый принцип* заключается в том, что каждый член команды отвечает за получение ожидаемого от него результата и только сам выбирает способы и методы его получения (конечно, не выходя за определенные рамки). Эти методы и способы обсуждаются и тем более корректируются только тогда, когда в этом возникает необходимость.

*Второй принцип* заключается в том, что каждый член команды при планировании своей деятельности (в том числе деятельности организованной и руководимой им команды) обязан считать приоритетными действия, результаты которых обеспечивают возможность результативных действий других членов своей команды. Другими словами, он обязан не допускать простоя своих коллег в ожидании от него его результатов. Даже обязанность информировать коллегу о готовности своей части работы лежит на ее исполнителе. Более того, не дожидаясь окончания этой части, следует знакомить коллег с принятыми по ходу работы решениями и промежуточными результатами, чтобы каждый, кому предстоит вести общую работу дальше, тратил меньше времени на изучение того, что будет для него исходной информацией.

*Третий принцип* заключается в полной прозрачности действий каждого члена команды для коллег. Каждый имеет право знать, как продвинулся его коллега на пути к цели и какими средствами и методами он пользуется при этом. Это необходимо для того, чтобы у каждого было ясное представление о продвижении всей команды к общей цели, чтобы рациональные приемы работы, найденные одним, стали общим достоянием, и чтобы неожиданные затруднения одного преодолевались общими усилиями.

Необходимо отметить, что структура команд должна соответствовать структуре дерева целей. Поэтому тогда, когда цели низших уровней носят объектный характер, может быть принята одна матрица командной работы, а когда они становятся проблемно-ориентированными, может быть сделан переход к другой матрице.

В работе команды разработчиков важен вопрос персонального распределения ответственности, в котором мы молчаливо считаем, что содержание самого понятия «ответственность» не должно вызывать недоумения у разработчиков.

### **Юзабилити-метрики**

Стандарт ISO 9126 определяет юзабилити в терминах пяти субхарактеристик: Understandability (возможность понимания), Learnability (возможность обучения), Operability (возможность использования), Attractiveness (привлекательность) и Usability Compliance (соответствие стандартам юзабилити).

Определение сущности метрик дается в следующих основных документах:

1. ISO 9126-4. Разработка программного обеспечения. Качество программного продукта. Часть 4: Качество в используемых метриках.

2. ISO 9241-11. Эргономические требования к офисной работе с визуальными дисплейными терминалами (VDTs). Часть 11: Руководство по юзабилити.

3. ISO 25010-11. Разработка программного обеспечения и проектирование систем. Требования к качеству и оценка систем и программного продукта (SQuaRE). Модели качества системы и программного продукта.

Для того чтобы пользоваться метриками, их нужно соответствующим образом классифицировать. Согласно стандартам ISO 25010:2011 и ISO 9241-11 метрики делятся на четыре группы:

**Эффективность** (effectiveness) оценивает результаты выполнения задач пользователем: 1) доля выполненных задач; 2) доля правильно выполненных задач; 3) отношение числа успешных действий к ошибкам; 4) количество используемых функций и команд.

**Продуктивность** (productivity) оценивает затраты пользователей при получаемой эффективности: 1) время, необходимое для выполнения задачи; 2) продуктивность выполнения задачи; 3) продуктивность относительно эксперта; 4) время, необходимое на предварительное обучение пользователю; 5) время, которое тратится из-за пользовательских ошибок; 6) процент или количество ошибок; 7) частота использования справки и документации; 8) количество повторных и ошибочных действий (команд).

**Безопасность** (safety) оценивает уровень риска, вреда людям, бизнесу, программному обеспечению, собственности или окружающей среде: 1) влияние на здоровье и безопасность пользователей; 2) влияние на здоровье и безопасность других людей; 3) величина экономического ущерба; 4) возможность повреждения программы; 5) возможность утери важных данных.

**Удовлетворенность** (satisfaction) оценивает отношение пользователя к работе с программным продуктом: 1) рейтинговая оценка по шкале полезности продукта или услуги; 2) рейтинговая оценка по шкале удовлетворения функциональностью продукта; 3) количество случаев, когда пользователь испытывал фрустрацию или гнев в обращении с продуктом; 4) рейтинговая оценка по шкале технологичности управления задачей без участия пользователя; 5) оценка того, насколько технологическое выполнение задачи соответствует потребностям пользователя; 6) доля потенциальных пользователей программы.

Анализ приведенных формулировок показывает, что посчитать процент улучшения от измененного дизайна и функционала намного проще, чем определить метрики нового уникального продукта. Таким образом, мы оказываемся в ситуации, когда каждый новый продукт создает особую совокупность метрик, причем установить зависимость общего качества продукта от этих метрик становится очень затруднительным. Необычную и интересную точку зрения на этот вопрос изложил А. Костин – научный руководитель Usability Lab. Он дает свое определение метрик на основе определений ISO, рассматривая их как результат деятельности. Группы метрик делятся на подгруппы (табл. 10).

## Перечень и содержание подгрупп юзабилити-метрик

Группа метрик	Технологическая подгруппа	Психологическая подгруппа
Эффективность деятельности	Результативность	Психологическая эффективность
Экономичность деятельности	Процессуальные затраты	Психологические затраты
Надежность и безопасность деятельности	Результативная надежность и безопасность	Психологическая надежность и безопасность
Удовлетворенность деятельностью	Удовлетворенность свойствами продукта	Личностная удовлетворенность

Процедура юзабилити-тестирования интерфейсов информационных систем достаточно подробно изложена С. Ф. Сергеевым [58], а также другими авторами [26].

## 11.6. Качество продукции и стандартизация эргономических требований

### Качество продукции

*Качество* – совокупность потребительских свойств и характеристик продукции или услуги, которые придают им способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности [2, 80].

*Уровень качества* – количественное выражение степени пригодности продукции для удовлетворения конкретной потребности в ней по сравнению с соответствующими базисными показателями при фиксированных условиях производства. Уровень качества продукции определяется на основе системы показателей (табл. 11).

*Показатель качества продукции* – количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, определяющих ее качества.

*Свойство продукции* – объективная особенность товара, которая может проявиться при его создании, эксплуатации или потреблении.

Термин *эксплуатация* применяется к продукции, которая в процессе использования расходует свой ресурс. Термин *потребление* относится к продукции, которая при ее использовании расходуется сама.

## Характеристика показателей качества продукции

Показатель	Характеристика
<i>Назначение</i>	Характеристика технического или природного совершенства продукции, ее соответствия своему функциональному назначению (производительность станка, грузоподъемность и скорость передвижения транспортного средства и т. п.)
<i>Технологичность</i>	Эффективность конструкторско-технологических решений (коэффициент сборности изделия, продолжительность технологического цикла, коэффициент использования рациональных материалов, материалоемкость, трудоемкость, себестоимость и др.)
<i>Сохраняемость</i>	Способность продукции к сохранению показателей ее качества в течение и после хранения или транспортировки
<i>Ремонтопригодность</i>	Приспособленность изделия к техническому обслуживанию и ремонту (среднее время восстановления изделия, затраты на ремонт и т.п.)
<i>Безотказность</i>	Способность изделия сохранять работоспособность в течение некоторой наработки без вынужденных перерывов вследствие возникновения отказов (гарантийный срок службы)
<i>Долговечность</i>	Способность изделия сохранять работоспособность до наступления некоторого предельного состояния, обусловленного, например, экономической нецелесообразностью последующего ремонта
<i>Эргономичность</i>	Оптимальность сочетания трех составляющих системы «человек – изделие – среда использования» на основе применения антропометрических, гигиенических, психофизиологических, физиологических, психологических и других показателей
<i>Стандартизация, унификация</i>	Насыщенность изделия стандартными и унифицированными частями (коэффициент повторяемости, коэффициент применяемости и др.)
<i>Патентно-правовой</i>	Качество и весомость новых изобретений, реализованных в данном изделии (показатели патентной защиты), а также возможность беспрепятственной реализации внутри страны и за рубежом (показатели патентной чистоты)
<i>Эстетичность</i>	Степень удовлетворенности человеческой потребности в красоте (дизайн, отделка, цветовое решение, соответствие стилю и моде)
<i>Транспортабельность</i>	Приспособленность продукции к ее перевозке и погрузочно-разгрузочным работам
<i>Безопасность</i>	Особенности продукции, обуславливающие безопасность лиц, взаимодействующих с данной продукцией
<i>Экологичность</i>	Степень воздействия на природу побочных явлений при эксплуатации изделия (процент содержания вредных примесей и т. п.)

*Система показателей качества продукции* основана на единичных, комплексных и обобщающих показателях. *Единичные показатели* характеризуют одно из свойств продукции (технологичность, эргономичность, эстетичность и др.). Единичные показатели образуют групповые и обобщающие (комплексные) показатели. *Групповые* – определяются совокупностью единичных показателей (показатель надежности, экономичности и др.). *Обобщающие (комплексные)* показатели характеризуют несколько свойств продукции как совокупность всех оцениваемых свойств продукции.

Основными методами *определения показателей качества продукции* являются: 1) *измерительный* (основан на использовании информации, полученной с помощью технических средств измерения (инструментов, приборов и т.д.); 2) *регистрационный* (основан на информации, полученной путем регистрации и подсчета числа определенных событий (отказы, повреждения), предметов (дефектные изделия), затрат (на ремонт изделий и пр.)); 3) *расчетный, или вычислительный* (основан на применении специальных математических моделей или эмпирических зависимостей показателей качества продукции и ее параметров; 4) *органолептический* (основан на анализе восприятия человеческих органов чувств - зрения, слуха, обоняния, вкуса, осязания); 5) *социологический* (основан на анализе мнений о продукции ее фактических или потенциальных потребителей); 5) *экспертный* (основан на обработке мнений специалистов-экспертов).

В настоящее время применяются следующие *способы выражения показателей качества продукции*: а) *размерный* (показатели качества выражаются в физических размерностях (часы на отказ, м/с и др.) или стоимостных (экономических) размерностях (руб.)), используется при определении *технических, экономических и технико-экономических* показателей); б) *безразмерный* (в процентах или долях единицы); в) *балльный* (основан на использовании условной оценочной системы в баллах, используется, например, при органолептическом методе).

## Управление качеством

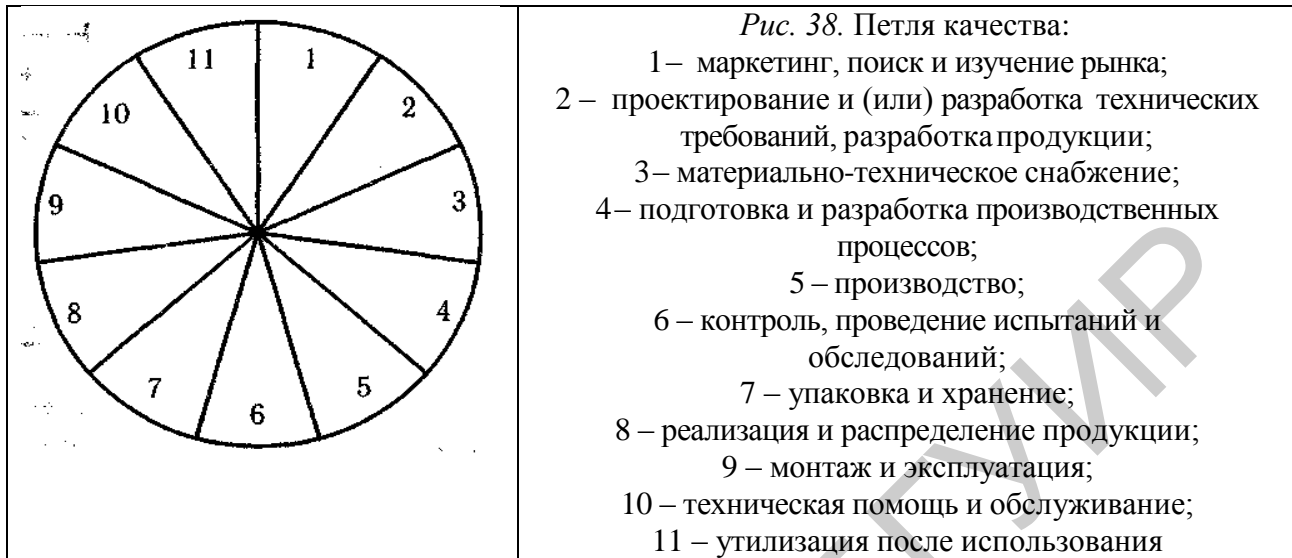
*Управление качеством* включает методы и виды деятельности оперативного характера, направленные одновременно на управление процессом и устранение причин неудовлетворительного функционирования на соответствующих стадиях петли (спирали) качества для достижения оптимальной экономической эффективности. *Петля качества (спираль качества)* – схематическая модель взаимозависимых видов деятельности, влияющих на качество продукции или услуги на различных стадиях – от определения потребностей до оценки их удовлетворения (рис. 38).

*Система качества* – совокупность организационной структуры, ответственности, процедур, процессов и ресурсов, обеспечивающая осуществление общего руководства качеством. Основными элементами системы качества являются:

- *Обеспечение качества* – совокупность планируемых и систематически проводимых мероприятий, необходимых для создания уверенности в том, что продукция или услуга удовлетворяет определенным требованиям к качеству.

- *Управление качеством* – методы и деятельность оперативного характера, используемые для удовлетворения требований к качеству.

○ *Улучшение качества* – мероприятия, проводимые для повышения эффективности и результативности деятельности и процессов в целях получения выгоды для организации и потребителей.



Международная организация по стандартизации (ИСО) провела большую работу и создала современную систему обеспечения качества в виде системы международных стандартов ИСО, определяющих требования к совокупности служб, оборудования и документации, а также определяющих решение задач, обеспечивающих качество выпускаемой продукции. Опираясь на национальный опыт различных стран (США, Европейского союза, Японии) в области стандартизации и применения систем обеспечения качества, Технический комитет ИСО/ТК176 осуществляет методологическую и методическую работу в области межнациональных проблем стандартизации. Членами этой организации являются национальные органы и эксперты из стран всех регионов мира, крупных и малых, промышленных и развивающихся. ИСО разрабатывает стандарты и руководства, которые повышают ценность организаций и способствуют более свободной и беспристрастной торговле между странами. ИСО разработал и в 1987 г. опубликовал первые стандарты серии 9000. Помимо этого был разработан словарь терминов и их определений в области обеспечения качества – МС ИСО 8402.

В настоящее время широкое распространение получили следующие международные стандарты (МС) ИСО серии 9000, которые вместе с терминологическим стандартом ИСО 8402 отражают концентрированный мировой опыт управления качеством:

- МС 9000 «Общее руководство качеством и стандарты по обеспечению качества»;
- МС 9001 «Системы качества. Модель для обеспечения качества при проектировании и/или разработке, производстве, монтаже и обслуживании»;
- МС 9002 «Системы качества. Модель для обеспечения качества при производстве и монтаже»;

- МС 9003 «Системы качества. Модель для обеспечения качества при окончательном контроле и испытаниях»;

- МС 9004 «Общее руководство качеством и элементы системы качества. Руководящие указания»;

- МС 8402 «Управление качеством и обеспечение качества – Словарь».

В 1994 г. вышли новые версии этих стандартов. Расширился в основном МС 9004 версиями МС 9004-1, -2, -3, -4, большее внимание уделив обеспечению качества программных продуктов, обрабатываемых материалов, услуг. На взаимоотношения поставщиков и потребителей оказывает сильное влияние сертификация систем качества на соответствие стандартам ИСО 9000. Во многих случаях наличие у предприятия сертификата на систему качества становится одним из основных условий его допуска к тендерам на участие в различных проектах, в том числе в кредитовании и страховом деле.

Необходимо отметить целенаправленную деятельность стран Западной Европы по созданию единого европейского рынка, выработке общих требований и процедур, способных обеспечить эффективный обмен товарами и рабочей силой между странами. В процессе подготовки к открытому общеевропейскому рынку, провозглашенному с 1 января 1993 г., были выработаны единые стандарты, общие подходы к технологическим регламентам, гармонизированы национальные стандарты на системы качества, созданы на основе стандартов ИСО серии 9000, введены в действие их европейские аналоги EN серии 29000.

Сегодня в мире используются различные системы управления качеством. Но для успешной деятельности в настоящее время они должны обеспечивать возможность реализации восьми ключевых принципов системного управления качеством, освоенных передовыми международными компаниями. Эти принципы составляют основу международных стандартов в области управления качеством ИСО серии 9000. Управление организацией включает менеджмент качества наряду с другими аспектами менеджмента. Поэтому для эффективного руководства организацией с целью улучшения ее деятельности при разработке стандартов ИСО 9000 (2000 г.) были определены восемь принципов управления качеством:

1. *Ориентация на потребителя.* Организации зависят от своих потребителей, и поэтому должны понимать их текущие и будущие потребности, выполнять их требования и стремиться превзойти их ожидания.

2. *Лидерство руководителя.* Руководители обеспечивают единство цели и направления деятельности организации. Им следует создавать и поддерживать внутреннюю среду, в которой работники могут быть полностью вовлечены в решение задач организации.

3. *Вовлечение работников.* Работники всех уровней составляют основу организации, и их полное вовлечение дает возможность организации с выгодой использовать их способности.

4. *Процессный подход.* Желаемый результат достигается эффективнее, когда деятельностью и соответствующими ресурсами управляют как процессом.

5. *Системный подход к менеджменту.* Выявление, понимание и менеджмент взаимосвязанных процессов как системы содействуют результативности и эффективности организации при достижении ее целей.

6. *Постоянное улучшение.* Постоянное улучшение деятельности организации в целом следует рассматривать как ее неизменную цель.

7. *Принятие решений, основанных на фактах.* Эффективные решения основываются на анализе данных и информации.

8. *Взаимовыгодные отношения с поставщиками.* Организация и ее поставщики взаимозависимы, и отношения взаимной выгоды повышают способность обеих сторон создавать ценности.

Сравнивая стандарты ИСО, важно видеть определенные различия между ними. Так, например, ИСО 9000:94 направлены на обеспечение качества, а стандарты ИСО 9000:2000 – на менеджмент качества. В названных документах зафиксирован ряд особенностей систем управления качеством, которые необходимо соблюдать всем пользователям данных стандартов. В Республике Беларусь в качестве государственного стандарта действует СТБ ИСО 9001-2001.

Распространенным заблуждением является мнение о том, что в СССР исследования и разработки в области управления качеством велись со значительным отставанием от Японии, развитых стран Европы и США. Напротив, исследования и разработки в области качества широко и успешно велись и в нашей стране. По отдельным направлениям они не только не отставали, но значительно, зачастую на десятилетия, опережали мировой уровень. Но на практике эффективные системы управления качеством создавались и использовались исключительно в военно-промышленном комплексе (ВПК). ВПК включал в свое время большинство основных отраслей промышленности. На предприятиях ВПК производилась также и продукция гражданского назначения, но на совершенно иной, как правило, отсталой технической базе. Нередко товары для потребительского рынка получали путем переработки отходов военного производства. Так, например, знаменитые тульские самовары изготавливали из отходов производства латунных артиллерийских гильз. Отсталой была и техническая база, организация производства в отраслях чисто гражданского сектора экономики. Для специалистов и руководителей, работавших в гражданском секторе экономики, до 90-х гг. были недоступны имеющиеся достижения ВПК в области управления качеством, некоторые остаются недоступными для них и в настоящее время.

Достижения в области управления качеством в ВПК представляли собой методы технологического обеспечения качества на стадии исследований и разработок по созданию новой продукции, статистическое регулирование качества с использованием контрольных карт, в том числе автоматизированное, специальные государственные и отраслевые стандарты. К этим достижениям можно отнести и комплексные системы управления качеством продукции (КСУКП), комплексные системы управления качеством работ предприятий и отдельных подразделений (КСУКР), формы и методы работы с поставщиками. Немало этих разработок было реализовано на практике впервые не в Японии или США, а в СССР в отраслях ВПК.



Однако, несмотря на определенные успехи, коренного улучшения качества продукции в СССР не происходило. Сказывалась настроенность хозяйственного механизма Советского Союза на количественные (валовые) показатели, что исключало возможность эффективного использования методов, получивших развитие при решении проблем качества в рыночной экономике. При переходе к рыночным условиям исчезли директивные методы управления, появилась конкуренция товаропроизводителей, которые напрямую ощутили требования мирового сообщества к качеству продукции. Опыт организаций дальнего и ближнего зарубежья, внедривших и сертифицировавших системы качества в национальных и международных системах, показывал, что успешная интеграция *белорусских производителей* продукции в международное разделение труда, равноправное конкурирование с западными «пантерами» невозможны без комплексного обеспечения стабильности качества продукции и предоставления доказательства этого.

Разумеется, в условиях рыночной экономики проблемы управления качеством решаются совершенно иначе, используются иные более эффективные подходы. Однако использование накопленного опыта и потенциала отечественной науки в этой области чрезвычайно полезно. Для того чтобы выпускаемая продукция соответствовала требованиям рынка в определенный период времени, была конкурентоспособной, предприятие-изготовитель должно стремиться внедрить и поддерживать на должном уровне систему качества. Для обеспечения и поддержания качества продукции деятельность предприятия необходимо организовать таким образом, чтобы под контролем находились все факторы, влияющие на качество продукции (услуг). В условиях рынка система качества должна работать так, чтобы предприятие могло не только удовлетворить запросы потребителя, но и защитить свои интересы. Правильно выбрав структуру управления качеством, руководство предприятия может снизить риск издержек и увеличить свою прибыль, в то же время постоянно повышая качество выпускаемой продукции.

Важным элементом в системах управления качеством изделий является стандартизация – нормотворческая деятельность, которая находит наиболее рациональные нормы, а затем закрепляет их в нормативных документах типа стандарта, инструкции, методики и требований к разработке продукции, т. е. это комплекс средств, устанавливающих соответствие стандартам.

### **Стандартизация эргономических требований**

Стандартизация является одним из важнейших элементов современного механизма управления качеством продукции (работ, услуг). По определению ИСО, стандартизация – установление и применение правил с целью упорядочения деятельности в определенных областях на пользу всех заинтересованных сторон и при их участии, в частности, для достижения всеобщей оптимальной экономии при соблюдении функциональных условий и требований техники безопасности.

В состав используемой в эргономике нормативно-технической документации входят: *руководства по разработке техники*, государственные стандарты (ГОСТ), отраслевые стандарты (ОСТ), стандарты предприятия (СТП), руководящие нормативные или организационные документы (РД), а также технические условия (ТУ).

Стандарт – это нормативно-технический документ по стандартизации, устанавливающий комплекс правил, норм, требований к объекту стандартизации и утвержденный компетентным органом. Стандарты представляются в виде документов, содержащих определенные требования, правила или нормы, **обязательные к исполнению**.

Управление качеством происходит на межгосударственном, государственном, межотраслевом, внутриотраслевом и региональном уровнях, а также на уровне фирмы или предприятия. Влияние стандартизации на улучшение качества продукции осуществляется через комплексную разработку стандартов на сырье, материалы, полуфабрикаты, комплектующие изделия, оборудование, оснастку и готовую продукцию, а также через установление в стандартах технологических требований и показателей качества, единых методов испытаний и средств контроля. Стандартизацию следует рассматривать как эффективное средство обеспечения качества, совместимости, взаимозаменяемости, унификации, типизации, норм безопасности и экологических требований, единства характеристик и свойств продукции, работ, процессов и услуг.

Примерами нормативно-технического и методического материала по разработке техники с учетом требований эргономики и технической эстетики являются «Руководство по эргономическому обеспечению разработки техники» и методическое руководство «Эргономика: принципы и рекомендации», подготовленные ВНИИТЭ [78,79]. Первое руководство имеет межотраслевую направленность, а второе – является примером регламентации межгосударственных требований по человеческому фактору в производстве.

В *государственных стандартах* (ГОСТ) эргономические требования изложены в различных системах стандартов: 1) системе «человек — машина»; 2) системе стандартов безопасности труда; 3) комплексной системе общих технических требований; 4) системе стандартов эргономических требований и эргономического обеспечения; 5) единой системе стандартов приборостроения. К сожалению, так сложилось исторически, по мере разработки как отдельных систем, так и различных стандартов, что сегодня затруднено применение эргономических требований на практике.

Стандарты системы «человек – машина» также можно разделить на несколько групп по тем объектам, которые они регламентируют. Так, например, ГОСТ 26387–84 устанавливает термины и определения для СЧМ, рабочего места оператора, рабочей среды на рабочем месте оператора, тренажеров. Следующую группу составляют стандарты, регламентирующие общие эргономические требования к отдельным техническим средствам деятельности: мнемосхемам, звуковым сигнализаторам, табло коллективного пользования, креслу человека-оператора, взаимному расположению рабочих мест и элементов рабочего места оператора, выключателям и переключателям (поворотным,

клавишным и кнопочным, типа «тумблер»), маховикам управления и штурвалам, рычагам управления, пультам управления. Особо можно выделить ГОСТ 21829–76, регламентирующий такой важный аспект организации деятельности человека-оператора, как кодирование предъявляемой ему зрительной информации.

*Система стандартов безопасности труда (ССБТ).* Разработка ССБТ была вызвана необходимостью координации и планирования подготовки и издания документов, регламентирующих требования охраны труда. В ССБТ входят стандарты классификационных группировок (подсистем) от 0 до 9:

**0 – организационно-методические стандарты основ построения системы.** В данную группировку (подсистему) входит структура ССБТ, терминология в области безопасности труда, классификация опасных и вредных производственных факторов, основы введения требований безопасности в конструкторскую и технологическую документацию, порядок внедрения и контроля за соблюдением стандартов ССБТ. К ним относятся: ГОСТ 12.0.001 «ССБТ. Основные положения»; ГОСТ 12.0.002 «ССБТ. Основные понятия. Термины и определения»; ГОСТ 12.0.003 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»; ГОСТ 12.0.004 «ССБТ. Организация обучения работающих безопасности труда. Общие положения» и др.

**1 – Государственные стандарты требований и норм контроля по видам опасных и вредных производственных факторов.** В эту группировку (подсистему) входят характеристики опасного и вредного производственного фактора (вид, оказываемое действие, возможные последствия), предельно допустимые уровни, предельно допустимые концентрации опасного и вредного производственного фактора и методы их контроля, а также методы и средства защиты работающих от действия опасного и вредного производственного фактора. Стандарты этой подсистемы разрабатываются на основе ГОСТ 12.0.003 и определяют особенности разработки стандартов ССБТ на конкретный опасный и вредный производственный фактор или вещество.

**2 – Государственные стандарты требований безопасности к производственному оборудованию** устанавливают: требования безопасности к конструкции оборудования в целом и к отдельным его элементам (органам управления, рабочим органам, основным элементам конструкции, средствам контроля и сигнализации, защитным устройствам; особенностям монтажных и ремонтных работ, транспортированию, хранению и т. д.). Головной стандарт этой группировки ГОСТ 12.2.003 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» устанавливает особенности построения стандартов требований безопасности на конкретные группы, типы и виды производственного оборудования.

**3 – Государственные стандарты требований безопасности к производственным процессам** устанавливают: а) требования безопасности к размещению элементов технологических систем; б) требования к режимам работы производственного оборудования; в) требования к рабочим местам и режимам труда персонала; г) требования к системам управления; д) требования к примене-

нию средств защиты работающих; е) методы контроля выполнения требований безопасности. Головной стандарт этой подсистемы ГОСТ 12.3.002 «ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности» устанавливает основы построения, содержания стандартов ССБТ и требования безопасности к конкретным типам и группам производственных процессов.

4 – *Государственные стандарты требований к средствам защиты работающих* устанавливают: а) требования к конструктивным, эксплуатационным, защитным и гигиеническим свойствам средств защиты; б) требования к методам их испытаний и оценки; в) рекомендации по применению средств индивидуальной защиты. Головной стандарт данной подсистемы ГОСТ 12.4.011 «ССБТ. Средства защиты работающих. Классификация» содержит особенности построения стандартов на средства защиты работающих.

#### 5–9 – *резерв.*

Система стандартов безопасности труда устанавливает прежде всего предельно допустимые уровни факторов внешней среды на рабочем месте оператора.

ГОСТами ССБТ также регламентированы общие эргономические требования к пространственным параметрам рабочей зоны при работе сидя и стоя, требования к сигнальным цветам и знакам безопасности.

Организация эргономического обеспечения проектирования определяется стандартами системы разработки и постановки продукции на производство и единой системы конструкторской документации. Система стандартов эргономических требований и эргономического обеспечения (ССЭТО) имеет своей целью совершенствование разработки этих требований и последовательное обеспечение создаваемой техники для различных отраслей народного хозяйства с позиций эргономики.

Наряду с государственными стандартами порядок и содержание организации учета эргономических требований в системотехническом проектировании для видов техники, выпускаемых отраслями и подотраслями народного хозяйства, определяются *отраслевой нормативно-технической документацией* – отраслевыми стандартами, а также отраслевыми руководящими документами. Отраслевые стандарты распространяются на конкретную отрасль народного хозяйства. Примером отраслевого стандарта по эргономике является отраслевой стандарт «Пульты управления радиоэлектронной аппаратурой. Эргономические требования к расположению СОИ и ОУ».

Кроме стандартов предусматривается выпуск *руководящих нормативных документов*, которые разрабатываются на объекты организационно-методического и общетехнического характера, не требующие регламентации в государственных и отраслевых стандартах. Руководящие документы подразделяются на документы в областях стандартизации, унификации, метрологии, управления качеством и аттестации качества. Эргономические документы относятся к двум последним группам.

По видам руководящие документы делятся: а) на *методические указания* (определяют порядок организации и проведения работ, решения задач,

разработки документов, анализ результатов деятельности); б) *методики* (устанавливают правила исследований, выполнения расчетов, обработки данных); в) *положения* (определяют структуру управления предприятием, функции, права, обязанности структурных подразделений); г) *инструкции* (определяют способ и последовательность действий при проведении работ); д) *правила* проведения работ, разработки документации. Так, например, РД50–418–83 устанавливает основные положения и порядок проведения оценки соответствия стационарного производственного оборудования эргономическим требованиям при его проектировании, изготовлении и эксплуатации на предприятиях всех отраслей народного хозяйства. Этот руководящий документ в совокупности со стандартами позволяет оперативно проводить эргономическую оценку рабочих мест операторов производственного оборудования.

В основополагающем стандарте единой системы стандартов приборостроения (ЕССП) – ГОСТ 26.001–80 – указано, что эта система распространяется на средства измерений и автоматизации, изготавливаемые и применяемые в различных областях народного хозяйства для нужд научных исследований и выполняющие одну или несколько функций по восприятию, преобразованию, измерению, обработке, передаче, хранению, отображению, использованию информации, а также вспомогательные функции. Эргономические требования и требования технической эстетики устанавливаются для унифицированных конструкций средств измерения и автоматизации и других элементов рабочего места оператора, в частности, определяются размеры и начертание шрифтов для надписей на приборах.

Порядок эргономического обеспечения проектирования в общем виде регламентируется ГОСТами системы разработки и постановки продукции на производство и стандартами единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Наряду с приведенными документами в работе следует руководствоваться также *стандартами предприятия*, разрабатываемыми в комплексной системе управления качеством продукции. Эти стандарты регламентируют порядок эргономического обеспечения разработок предприятия, типовые эргономические требования, подлежащие учету. Стандарты предприятия основываются на государственных и отраслевых стандартах, однако их содержание более конкретно, а значения задаваемых эргономических параметров более определены.

Наиболее многочисленная группа среди нормативно-технических документов по стандартизации – *технические условия*, являющиеся нормативно-техническим документом, устанавливающим комплекс технической документации и требований на соответствующую продукцию. Они регламентируют взаимоотношения изготовителей и потребителей в вопросах качества изделий при их изготовлении, контроля, приемки и поставки. ТУ разрабатываются на продукцию, на которую стандарты не устанавливаются и часто, к сожалению, не имеют эргономических требований.

## **Порядок применения межгосударственных стандартов**

В различных странах действуют свои национальные стандарты. Так, например, в Российской Федерации действуют государственные стандарты ГОСТ-Р. Порядок применения межгосударственных (региональных) стандартов предусмотрен ст. 20 «Применение государственных стандартов» и ст. 21 «Применение международных и межгосударственных (региональных) стандартов» Закона Республики Беларусь от 5 января 2004 г. №262-З «О техническом нормировании и стандартизации».

Межгосударственные (региональные) стандарты применяются в Республике Беларусь, если их требования не противоречат законодательству Республики Беларусь. Они вводятся в действие в качестве государственных стандартов в порядке, предусмотренном для государственных стандартов.

Межгосударственные (региональные) стандарты являются добровольными для применения.

Межгосударственные (региональные) стандарты могут применяться на стадиях разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции, а также при оказании услуг.

Межгосударственные (региональные) стандарты могут использоваться в качестве основы для разработки технических регламентов, технических кодексов.

Межгосударственные (региональные) стандарты полностью либо частично (или в виде ссылки на них) могут приводиться в тексте технических регламентов, технических кодексов.

Если в техническом регламенте дана ссылка на межгосударственный (региональный) стандарт, то требования этого межгосударственного (регионального) стандарта становятся обязательными для соблюдения.

Если производитель или поставщик продукции (услуги) в добровольном порядке применил межгосударственный (региональный) стандарт и заявил о соответствии ему своей продукции (услуги), используя обозначение межгосударственного (регионального) стандарта или знак соответствия межгосударственным (региональным) стандартам в маркировке продукции, транспортной или потребительской таре, эксплуатационной или иной документации), а также, если продукция производителя или поставщика сертифицирована на соответствие требованиям межгосударственного (регионального) стандарта, соблюдение требований межгосударственного (регионального) стандарта для них становится обязательным.

Доступ к информации о технических требованиях к продукции и услугам в республике обеспечивает Национальный фонд технических нормативных правовых актов (ТНПА). Накопленные здесь к настоящему времени информационные ресурсы превышают 177 тыс. документов. В их числе государственные, межгосударственные, международные стандарты, документы Европейского Союза, а также национальные стандарты стран СНГ, Германии, Великобритании, Словакии, Польши и других государств.

Таким образом, проблема качества – комплексная. Ее можно решить только при проведении соответствующей политики одновременно в сферах законодательства, экономики, техники, образования и воспитания, а также на основе скоординированной работы производителей, «эксплуатационников» и потребителей, научных и инженерных структур, законодательных и исполнительных органов управления.

Координирующим органом исполнительной власти в трех важнейших для обеспечения решения проблемы качества сферах деятельности – стандартизации, сертификации и метрологии – в нашей стране является Госстандарт Республики Беларусь.

В соответствии с «Мероприятиями по реализации программы социально-экономического развития Республики Беларусь» разработана *Государственная программа «Качество»*, основной целью которой является обеспечение реализации политики Республики Беларусь в области качества. Основными задачами этой программы являются:

- развитие законодательной и нормативной базы в области технического нормирования и стандартизации;
- формирование системы оценки соответствия продукции (работ, услуг), гармонизированной с международными требованиями;
- создание технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации, обеспечивающих функционирование системы аккредитации и подтверждение соответствия;
- совершенствование форм и методов управления качеством на всех уровнях управления;
- совершенствование информационного обеспечения в области качества и конкурентоспособности;
- повышение экспортных возможностей отечественных товаропроизводителей путем сертификации продукции, систем менеджмента качества, систем управления окружающей средой;
- стимулирование создания новых видов конкурентоспособной продукции;
- совершенствование системы образования и подготовки кадров в области качества;
- активизация пропаганды в области качества во всех сферах деятельности.

Государственное управление в области качества в республике осуществляется на основе рационального сочетания правовых, экономических и организационно-распорядительных мероприятий, обеспечивающих повышение качества и конкурентоспособности продукции.

## Тема 12. ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ «ЧЕЛОВЕК – МАШИНА – СРЕДА»

### 12.1. Системное проектирование систем «человек – машина – среда»

Идея эргономического проектирования систем «человек – машина – среда» связана с проектной установкой при создании техники на проектирование системы, в которой человек, машина и условия среды рассматриваются как звенья сложного функционирующего целого объекта [2, 56]. Проектирование СЧМС направлено на определение оптимального варианта интеграции всех звеньев в единую систему, которая являлась бы наилучшим с точки зрения: 1) эффективности применения СЧМС, включая затраты на ее разработку и изготовление; 2) отбора и подготовки обслуживающего персонала; 3) возможных других показателей.

В методологическом плане проектирование СЧМС, во-первых, опирается на идеи системного подхода (предложен Б. Ф. Ломовым [39]), согласно которому именно законы взаимосвязи и взаимообусловленности различных звеньев системы определяют ее свойства как целого. Во-вторых, проектирование СЧМС исходно строилось на принципах *системотехники* – научного направления, которое разрабатывает вопросы проектирования, создания, испытания и эксплуатации систем. Системотехника имеет дело с объектами, в которых, помимо материальных, технических и энергетических факторов, значительную роль играет информационный фактор, который в сложных системах становится доминирующим («системообразующим») [2, 6, 39].

Одним из направлений проектирования СЧМС является системотехническое проектирование, которое можно определить как подход «от машины к человеку» («машиноцентрический»). В этом случае человек фактически рассматривается как техническое звено СЧМС, как канал связи, имеющий определенные (фиксированные) «входные» и «выходные» характеристики по приему и переработке информации. Главной задачей разработчиков системы является согласование этих характеристик с аналогичными показателями «входов» и «выходов» технических звеньев. С точки зрения системотехники интеграция технической и «человеческой» подсистем в единую СЧМС должна производиться на основе их описания на едином количественном языке теории информации и связи, что влечет за собой утрату своеобразия свойств и возможностей человека. Данный подход не соответствует реальному поведению человека и не обеспечивает совпадения расчетных и действительных показателей указанных характеристик. Подобный подход признается в настоящее время малоперспективным.

Для проектирования СЧМС на основе положений инженерной психологии Б. Ф. Ломов [6, 39, 41] предложил подход «от человека к машине» («антропоцентрический»), опирающийся на идеи деятельностного и личностного подходов в отечественной психологии. Согласно этим идеям человек признается субъектом труда, выполняющим сознательную целенаправленную деятельность, а машина – орудием труда, которое человек использует для этой деятельности. Поэтому в соответствии с антропоцентрическим подходом СЧМС



должна проектироваться таким образом, чтобы человек мог максимально реализовать свой личностный и профессиональный потенциал. Техника должна создаваться для человека и с учетом его возможностей реализовать задачи деятельности. При практическом применении антропоцентрического подхода главным становится проектирование операторской деятельности в виде проекта деятельности человека-оператора, который выступает как основа для проектирования технических звеньев СЧМС [2, 25]. Таким образом, при данном подходе человек и техника противопоставлены как разнокачественные звенья СЧМС, а центральным звеном системы является человек.

Современный прогресс в развитии сложных систем управления привел к формированию концепции равнозначного подхода при проектировании СЧМС, согласно которому человек и машина рассматриваются как равноправные компоненты СЧМС [2]. Реализация данного подхода предполагает, что проектирование СЧМС носит комплексный характер и включает в себя частные виды проектирования:

- 1) *техническое*: разработка машинной части системы;
- 2) *художественное (дизайнерское)*: обеспечение потребительских свойств СЧМС (эстетичности, привлекательности и т. п.);
- 3) *эргономическое*: разработка проекта операторской деятельности.

*Техническое проектирование* состоит в разработке технической части системы. Этот вид проектирования является традиционным, применяется уже длительное время и хорошо известен конструкторам.

*Дизайнерское* (дизайн-конструирование, художественное проектирование) необходимо для обеспечения эстетического уровня и требуемых потребительских свойств системы: красоты, привлекательности, информационной выразительности, композиционной целостности и др. Его целью является отражение свойств эмоционально-мотивационной сферы человека, создание у него определенного эстетического отношения к продукту проектирования.

*Эргономическое* проектирование заключается в решении всех вопросов, связанных с включением человека в проектируемую систему «человек – машина – среда». Отличительной его чертой является создание проекта деятельности человека аналогично тому, как задачей технического проектирования является создание проекта технической части системы. Кроме создания проекта деятельности человека-оператора в задачи эргономического проектирования входит согласование, «стыковка» технического и человеческого проектов и создание на основе этого обобщенного проекта системы «человек – машина».

Проведение эргономического проектирования можно выполнять на двух уровнях: *коррективном, проективном*.

Выполнение эргономического проектирования на проективном уровне является более перспективным и позволяет решать задачи повышения эффективности всей системы «человек – машина – среда» на основе проектирования деятельности человека-оператора, а не только оптимизации отдельных действий человека-оператора или факторов его труда, что характерно для коррективного уровня проектирования. Это в конечном итоге способствует как увеличению

эффективности, безопасности, улучшению условий труда, так и получению дополнительного экономического эффекта функционирования СЧМС [2, 5, 25].

## 12.2. Эргономическое обеспечение проектирования техники

Система «человек – машина – среда» в своем развитии и существовании проходит три основные стадии: *проектирование, производство, эксплуатацию*. Возможно также рассматривать и четвертую стадию – *утилизацию техники*.

Заложенные на этапе проектирования эргономические свойства затем должны реализовываться при изготовлении машины и не снижаться при ее эксплуатации желательно максимально возможный период времени. Поэтому наиболее важным этапом в эргономическом обеспечении является проектирование СЧМС. Эргономическое обеспечение при проектировании направлено на повышение эффективности (производительности) системы «человек – машина» и качества труда, безопасность эксплуатации и обслуживания, улучшение условий труда, сокращение сроков освоения систем, экономию затрат физической и нервно-психической энергии работающего человека благодаря максимально возможному согласованию технической части системы с возможностями и особенностями человека. При этом достигается значительный социально-экономический эффект, выражающийся в повышении привлекательности и содержательности труда, сохранении здоровья и поддержании высокой работоспособности, сокращении непроизводительных потерь рабочего времени, уменьшении затрат на предоставление льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда и т. п. [2, 56]. Система эргономического обеспечения подчинена общему процессу проектирования, которым руководит конструктор.

**Эргономическое обеспечение проектирования** включает следующие три основных описания, характеризующие систему «человек – машина» в их взаимосвязи и связи со средой: а) *функциональное*; б) *морфологическое*; в) *информационное* [2, 56].

*Функциональное описание* строится на основании критерия эффективности и целевой функции. Оно отражает процессы в системе на выходном уровне. *Морфологическое описание* отражает структурные свойства на уровне подсистем. *Информационное описание* касается внутреннего и внешнего информационного обмена.

Существует три подхода к обеспечению эргономического проектирования: механоцентрический, антропоцентрический, равнокомпонентный.

При *механоцентрическом* в основу положено инженерно-техническое проектирование с учетом в той или иной степени рекомендаций эргономики, в основном на коррективном уровне. Этот подход в настоящее время наиболее распространен, хотя очевидны его недостатки и бесперспективность [2, 79].

*Антропоцентрический подход* выражает противоположную точку зрения. Согласно этому подходу первоначально должна проектироваться деятельность человека, а затем технические средства ее реализации. Антропоцентрический

подход является более прогрессивным. Однако его реализация в настоящее время затруднена по двум причинам. Во-первых, внедрение антропоцентрического подхода требует коренной перестройки уже существующей практики проектирования и, во-вторых, уровень развития самой теории проектирования еще недостаточно высок [30].

Наиболее приемлемым и рациональным в настоящее время является *равнокомпонентный подход*, который занимает срединное положение между двумя вышеприведенными подходами и при котором человек и техника рассматриваются как равноправные подсистемы. Описание, исследование и проектирование их ведется с единых системных позиций путем использования сопоставимых (взаимосвязанных) показателей оценки [25].

В настоящее время при исследовании и проектировании СЧМС могут использоваться четыре общих методологических принципа: а) *функциональный*, б) *структурный*, в) *структурно-функциональный*, г) *системный* [2, 56].

**Сущность функционального принципа** сводится к выделению структуры объекта как некоторого инварианта с последующим функциональным описанием этой структуры.

**В структурном принципе**, напротив, основную нагрузку несет понятие структуры, а функциональная сущность ее компонентов выступает в качестве одной из исходных предпосылок.

**При структурно-функциональном подходе** проектируют не элементы объекта и не систему в целом, а расчлененную систему в статике.

**Системный подход** заключается в том, что объект рассматривается с точки зрения наличия в нем действующих элементов. Конкретизацией такого подхода является выяснение формы или способа взаимодействия элементов, определяющих объект как целое. Таким образом, при системном подходе центральным звеном является система с такими элементами, как структура, организация, связь, элемент и т. п.

Применительно к эргономическому обеспечению системный подход позволяет на одной основе (понятийной, критериальной) описывать и проектировать взаимодействие человека с технической частью системы при равнокомпонентном представлении объекта как целостного образования системы «человек – машина – среда». Такое очевидное расширение исходной понятийной базы дает определенные преимущества системному подходу и позволяет получить более обобщенное представление о целостности объекта. На основании общих методологических принципов далее используются следующие частные принципы эргономического обеспечения:

- **комплексности и равнокомпонентности** – человек и техника рассматриваются как звенья (элементы) одной общей системы и описываются с единых позиций с использованием сопоставимых (или взаимосвязанных) показателей (критериев) оценки;

- **группируемости** – распределение задач (функций) эргономического обеспечения по отдельным этапам их реализации во времени и пространстве;

- **непрерывности и последовательности** – итеративность процесса учета эргономических требований на этапах и стадиях разработки системы;

- **цикличности** – наличие многошаговых (в том числе петлевых) процедур учета возможностей человека при проектировании;

- **иерархичности** – взаимосвязь интегральных и дифференциальных эргономических показателей и их влияние на системотехнические, выходные (прагматические) показатели;

- **адекватности и соответствия** функциональных и физических параметров системы возможностям и свойствам человека;

- **допустимости** – любая система существует лишь в определенных границах изменения ее свойств, в том числе и эргономических.

Эргономическое обеспечение проектирования включает три взаимосвязанных и взаимообусловленных этапа, образующих систему эргономического обеспечения, которая включает:

- обоснование (разработку) эргономических требований;

- реализацию эргономических требований на стадии проектирования;

- оценку полноты и правильности реализации этих требований (эргономическая экспертиза и аттестация).

Приведенные этапы обеспечивают решение общесистемных функций эргономического обеспечения. Обладая определенной спецификой как по целям, так и по методам, данные этапы представляют собой единую организационную систему. В данном случае можно говорить об интеграции и дифференциации рекомендаций эргономики в проектной деятельности. При этом интеграция предусматривает практическое внедрение единой системы эргономического обеспечения, а дифференциация – конкретные требования, подходы, методы, процедуры, учитывающие специфику разрабатываемых систем, видов проектирования, категорий потребителей *эргономических знаний*.

Еще одной характерной особенностью современного производства, требующей специального рассмотрения с эргономической точки зрения, является применение промышленных роботов и манипуляторов. Известно, что робототехнические системы создают принципиальные возможности освобождения людей от многих видов тяжелого однообразного труда, в том числе во вредных для здоровья и опасных условиях. Применяемых сейчас роботов можно разделить на два больших класса: автоматически действующие и дистанционно-манипулируемые, управляемые человеком-оператором (эргатические роботы).

Эргономическое обеспечение робототехнических систем предполагает решение ряда проблем [25]. Первая из них связана с изучением структуры, механизмов, функций и характеристик отдельных органов и подсистем организма человека в целях последующего моделирования их техническими средствами. Примером подобных разработок являются работы по созданию многостепенной и многофункциональной модели руки человека, а также работы по подсистеме передвижения роботов. В последнем случае весьма плодотворным оказывается использование основных положений целенаправленной механики.

Другая группа эргономических проблем робототехники связана с формированием общих принципов и методов «композиции» организма робота в целом.

Это позволяет создавать совершенные конструкции, обладающие некоторыми элементами поведения, присущего живым организмам. В частности, весьма перспективным здесь является применение некоторых положений концепции искусственного интеллекта.

Рассмотренные проблемы имеют важное значение при построении робототехнических систем как автоматического, так и эргатического типа. В последнем случае, кроме того, возникает ряд проблем, обусловленных принадлежностью эргатических роботов к классу системы «человек – машина – среда». В связи с этим наиболее важными становятся вопросы распределения функций между человеком и роботом (определение оптимальной степени роботизации производства), обоснования наиболее рационального способа управления роботом (командный, супервизорский, диалоговый и т. д.), обеспечения взаимодействия между человеком и роботом и др.

Научно-методической основой и инструментом системы эргономического обеспечения является эргономическое проектирование, которое служит составной частью общего проектирования и направлено на создание таких средств, условий и процессов труда, которые обеспечивают повышение его производительности при сохранении здоровья и всестороннего развития личности.

### **12.3. Эргономическое проектирование системы «человек – машина – среда»**

**Предметом эргономического проектирования** являются процесс, средства и условия деятельности человека-оператора или группы операторов. **Результатом эргономического проектирования** является эргономическое решение, которое представляет собой проект деятельности человека-оператора, выполненный при последовательной реализации эргономических требований с учетом специфики объекта проектирования. Эргономическое проектирование представляет собой особый, но не изолированный аспект работы в общем процессе проектирования машины. Обладая определенными особенностями, эргономическое проектирование вместе с тем подчиняется общим закономерностям и методам проектной деятельности, в частности, общей схеме построения этапов проектных работ. Например, в качестве проекта деятельности может выступать профессиографическое описание деятельности на структурно-операционном уровне и пространственно-компоновочное решение рабочего места человека-оператора [5].

В то же время техническая схема изделия, разработанная инженером-конструктором, может служить основой для эргономического моделирования. В процессе эргономического моделирования появляется возможность повлиять на пересмотр этой технической схемы, на объемно-пространственные характеристики изделия, на выбор тех или иных органов управления, средств отображения информации и т. д. Все это способствует разработке эргономических предложений, которые служат основой для дизайнерского решения (построения образа, композиции изделия, формирования его потребительских свойств),

материализующего эргономические идеи. С другой стороны, дизайнерский замысел задает эргономисту-проектировщику направления в исследованиях и проектном поиске оптимальных эргономических решений.

Общая характеристика эргономического проектирования позволяет определить его специфическую функцию как органической части целостного процесса проектирования СЧМС.

Во-первых, эргономическое проектирование обуславливает приобретение СЧМС необходимых эргономических свойств, способствующих повышению эффективности деятельности человека и функционирования системы.

Во-вторых, эргономическое проектирование реализуется как практическим приложением научных достижений эргономики, так и конкретными эргономическими исследованиями и проектными разработками, осуществляемыми в процессе проектирования объекта.

Эргономическому проектированию свойственно чередование различных неформальных процедур (интуитивных, творческих, эвристических) с формальными процедурами (расчетными, аналитическими, математическим моделированием). Это способствует рождению новых проектных идей и принятию нестандартных эргономических решений. В них учитываются сложные, в большинстве своем неформализуемые, характеристики человека. Важно также доведение этих идей и решений до количественной оценки конкретных вариантов технических средств, параметров функционирования и т. п. Взаимозависимое использование как методов эргономического проектирования технических средств, процесса и условий деятельности, так и методов разработки средств и способов формирования и поддержания квалификации и работоспособности операторов, позволяет учитывать функциональные состояния человека и находить рациональные способы обеспечения его работоспособности.

Эргономическое проектирование расширяет диапазон системной оптимизации, позволяя находить целесообразные проектные решения по выбранным приоритетным критериям с учетом закономерностей деятельности человека, показателей его физического и психического состояния, а также технических, технологических, экономических, демографических и других ограничений.

Структура эргономического проектирования соответствует логике и стадийности общесистемного проектирования, в ходе реализации которого происходит постепенное приближение к искомому варианту решения. Решение задач эргономического проектирования организационно реализуется в ходе системотехнического и инженерно-конструкторского проектирования. Методическую основу решения указанных задач составляют собственно эргономические процедуры.

В общем виде *задача сводится к проектированию функций* (степень автоматизации, распределение, морфология, иерархия, структура, кинетика системы и т. д.), *деятельности* (алгоритм, структура, напряженность, тяжесть труда человека-оператора), *информации* (потoki, языки взаимодействия, вид кодирования, объем, форма, модальность информации и т. п.), *конструкции технических средств* (выбор, пространственная организация, компоновка, кон-

структурно-технологические решения на уровне вариантов и конкретных схем и т. д.), *рабочих мест и условий трудовой деятельности*.

При проектировании СЧМС в качестве основного применяется системный подход – совокупность представлений о целостном рассмотрении трудовой деятельности, системно-динамических характеристик структуры деятельности, а также о синтезе различных аспектов исследования деятельности и роли возможных последствий тех или иных решений при проектировании деятельности. Реализация системного подхода при проектировании СЧМС предполагает учет особенностей взаимосвязи и взаимного влияния отдельных элементов (компонентов) системы в целях достижения наивысшей эффективности и надежности СЧМС.

В качестве методологической основы проектирования СЧМС можно использовать также ряд других научных концепций [2, 5, 6, 25, 63]:

- «человеческого фактора» – о роли индивидуальных и групповых особенностей в обеспечении надежности деятельности;
- «активного оператора» – о рациональной загрузке оператора в автоматизированных системах управления техникой;
- «психического образа» – о регулирующей функции образа в операторской деятельности и информационном обеспечении его формирования;
- «взаимной адаптации человека и техники» – о закономерностях приспособления различных компонентов СЧМС;
- «совмещенной деятельности» – о закономерностях операторской деятельности в условиях одновременного предъявления информации о разных целях и т. д.

Выделение «человеческих» и «машинных» функций для решения задачи их последующего распределения в процессе эргономического проектирования осуществляется на основе специально разработанных принципов [25, 63]:

1) *принцип преимущественных возможностей* – определяется сравнением возможностей человека и машины по ряду показателей, из которых следует выбрать приоритетные для конкретной операторской задачи;

2) *принцип максимализации показателей всей СЧМС* – предусматривает такое распределение функций, при котором достигаются высокие показатели работы не человека или машины в отдельности, а общего результата их совместного действия в системе;

3) *принцип оптимизации информационного обмена в системе управления* – реализуется при таком распределении функций, когда объем информации, поступающей к человеку и машине, а также скорость ее предъявления соответствует их возможностям по восприятию и переработке информации в системе управления в конкретный момент;

4) *принцип взаимного дополнения и резервирования человека и машины* – предполагает использование для решения отдельных задач совместных возможностей человека и машины, а в случае необходимости и перераспределение между ними отдельных функций по ходу работы;

5) *принцип ответственности* – предполагает возложение на человека выполнения наиболее ответственных задач в системе в силу широты и гибкости

его возможностей, а также способности находить оптимальные решения в условиях дефицита информации и в неопределенных ситуациях;

б) *принцип активности и удовлетворенности оператора* – предусматривает целесообразность возложения на человека функций, позволяющих ему сохранять в процессе работы системы состояние оперативной готовности и переключать на себя весь необходимый объем задач управления (при отказе техники), тем самым реализовывать самоутверждение в труде.

Создание СЧМС требует подхода к этой системе как к единому целому и общего языка для ее описания. До настоящего времени расчету и проектированию поддается только одна подсистема – объект управления. Одной из основных причин этого является отсутствие обоснованных принципов моделирования деятельности человека-оператора. Конкретные методы проектирования СЧМС еще недостаточно разработаны из-за наличия ряда проблем: создание единого подхода к описанию функций техники и деятельности человека, учет индивидуальных психологических характеристик деятельности человека, учет динамики характеристик человека в процессе отбора и подготовки операторов, учет изменений функциональных состояний человека-оператора и т. д. [6, 51].

В начале проектирования СЧМС, когда будущая система существует лишь на бумаге, возможности использования психологических и физиологических методов весьма ограничены. Для формализованного описания и построения моделей операторской деятельности используются математические методы. Однако до сих пор не существует метода, одинаково хорошо учитывающего все характеристики деятельности. Поэтому при решении эргономических задач часто приходится применять комбинацию тех или иных методов. Наиболее широкое использование для описания деятельности оператора получили методы теории информации, теории массового обслуживания, теории автоматического управления [5, 6].

Методы теории информации наиболее эффективны для выполнения следующих операций: 1) расчета количества перерабатываемой информации как меры сложности работы оператора; 2) оценки времени, которое затрачивает оператор на переработку определенной информации; 3) согласования скорости выдачи (поступления) информации с психофизиологическими возможностями человека по ее приему и обработке. Применение теории информации для анализа деятельности оператора связано с определенными трудностями и ограничениями, которые обусловлены различиями «человеческого» и физического алфавита сигналов, нестационарными характеристиками деятельности человека, невозможностью учета смыслового содержания информации и т. д.

Для построения моделей деятельности оператора может использоваться математический аппарат теории массового обслуживания, которая позволяет решать вопросы организации деятельности оператора, в частности, определять необходимое число операторов, требования к уровню их подготовленности, допустимую плотность потока сигналов, поступающих к оператору, и т. д. Посредством моделирования можно решать задачи, связанные как с обоснованием



требований к элементам системы со стороны оператора, так и с получением комплексной оценки тех или иных вариантов СЧМС.

Кроме математического моделирования для эргономики также большой интерес представляет физическое моделирование, когда для исследований используется физический макет системы. Физическое моделирование позволяет наиболее полно исследовать свойства изучаемой системы. Однако при таком моделировании для каждого случая приходится создавать свой макет, что требует определенных затрат. Значительные трудности возникают и при моделировании особенностей внешней среды. Таким образом, данный метод, хорошо вскрывая физическую сущность явлений и обладая рядом других преимуществ, все же не обладает универсальностью применения.

#### **12.4. Проектирование деятельности человека-оператора**

Одной из наиболее важных задач эргономического проектирования, принципиально отличающей его от других видов системного проектирования, является проектирование деятельности оператора. К сожалению, до настоящего времени не сформулирована система четких принципов и рекомендаций к проектированию деятельности, подобной той, которая уже сложилась в техническом проектировании для разработчиков техники и технологических процессов.

В то же время необходимо отметить, что проектировщики, создавая новую технику и технологические процессы, осознанно или неосознанно, но определяют условия деятельности людей, которые будут этой техникой управлять и обслуживать ее. Таким образом, ими фактически создается проект будущей деятельности человека. В случае, если техника окажется психологически и эргономически неудобной (будет создавать большие нагрузки на восприятие, память, внимание; вызывать при работе большое нервно-психическое напряжение; обуславливать для человека необходимость переработки больших потоков информации; затруднять принятие решения и т. д.), то реальная эффективность ее применения окажется чаще всего намного ниже проектируемой [2, 5, 78]. Поэтому техника и технологические процессы должны создаваться с учетом структуры деятельности и обеспечивать для человека возможность наиболее эффективного протекания психологических и других процессов, обеспечивающих качественное выполнение данной деятельности.

В общем случае решение задачи проектирования деятельности предполагает получение ответов на следующие вопросы:

- Где будет находиться человек?
- Что и в какой последовательности человек будет делать?
- Как и какими средствами человек будет выполнять свои функции?
- Какими психологическими и психофизиологическими качествами человек должен обладать для успешного выполнения своих функций [2]?

Так, например, важное место в решении этих вопросов занимает обоснование требуемой степени автоматизации тех или иных звеньев производственного процесса, необходимость распределения функций между человеком и автома-

тическими устройствами. При этом автоматам часто передаются те функции, которые для человека являются шаблонными, однообразными и выполнение которых вызывает у него чувство монотонности, скуки и усталости. Операции, которые могли бы выполняться человеком, но требуют большого физического напряжения, также должны быть возложены на машину. Автоматы и вычислительные устройства должны освободить человека от переработки потоков информации, превышающих его возможности. Они должны предотвратить перегрузку памяти, внимания, интеллектуальной и эмоционально-волевой сферы человека, его опорно-двигательного аппарата и т. п.

Следует отметить, что приведенные данные и указанное распределение функций между человеком и машиной непрерывно меняются в связи с развитием техники, ростом совершенства технических устройств как в отношении непосредственного выполнения тех или иных операций, так и в отношении управления ими. Одна из возможных схем эргономического проектирования показана в табл. 12 [2, 6].

Таблица 12

Структура эргономического проектирования

Анализ характеристик объекта управления	Анализ статических характеристик
	Анализ динамических характеристик
	Определение целей и задач системы
Распределение функций между человеком и техникой	Анализ возможностей человека и техники
	Определение критерия эффективности системы
	Определение ограничивающих условий
	Оптимизация критерия эффективности
Распределение функций между операторами	Выбор структуры группы
	Определение числа рабочих мест
	Определение задач на каждом рабочем месте
	Организация связи между операторами
Проектирование деятельности оператора	Определение структуры и алгоритма деятельности
	Определение требований к характеристикам человека
	Определение требований к обученности
	Определение допустимых норм деятельности
Проектирование технических средств деятельности оператора	Синтез информационных моделей
	Конструирование органов управления
	Общая компоновка рабочего места
Оценка системы «человек – техника – среда»	Оценка рабочего места и условий деятельности
	Оценка характеристик деятельности оператора
	Оценка эффективности системы

Эргономическое проектирование начинается с анализа задач, стоящих перед системой. На данном этапе рассматриваются статические и динамические характеристики системы, возможные потоки информации, функции составных частей системы, оцениваются в общих чертах возможности человека и технических устройств системы.

Распределение функций между человеком и машиной начинается на ранних стадиях проектирования и является пошаговым процессом, который включает в себя этап предварительного распределения функций и ряд последовательных коррекций выбранного варианта. Непосредственное распределение функций, основанное на указанных принципах, начинается с отбора отдельных функций для машины (исходя из опыта реализации аналогичных функций). Все остальные задачи ранжируются по ряду существенных характеристик: количество вариантов решения задачи, достоверность информации, вероятность появления данной задачи, сложность решения задачи и т. п.

При проектировании взаимодействия человека с техническими средствами необходимо: а) определить роль и место человека в системе; б) выявить степень автоматизации и механизации, т. е. распределить функции между человеком и техникой; в) решить вопросы иерархии, структурного и функционального построения системы и отдельных рабочих мест, т. е. информационного обеспечения деятельности; г) учесть особенности пространственной компоновки, организации, конструкции рабочих мест, оборудования, инструмента, оргтехоснастки и др.

Распределение оставшихся задач осуществляется, например, по следующему принципу: задачи, разрешаемые с учетом многих признаков, имеющие много вариантов решений, отличающиеся высокой неопределенностью информации, незначительной логической и вычислительной сложностью, целесообразно предварительно поручать человеку. Задачи с противоположными свойствами возлагаются на машину.

Кроме качественных, существуют и количественные методы распределения функций, в основу которых положено сопоставление надежности, временных, информационных и других показателей работы человека и машины [5, 6, 79]. Распределение функций ведется с учетом преимущественных возможностей человека и техники по отношению друг к другу и в целях оптимизации некоторого выбранного показателя эффективности системы, который может быть как *частным*, так и *общим*. При оптимизации по *частному показателю* следует иметь в виду, что система, оптимальная с точки зрения одного показателя, может быть неоптимальной с точки зрения другого. Поэтому более целесообразным является оптимизация по *обобщенному показателю* при наложении целого ряда ограничивающих условий на частные критерии. Такая задача решается методами математического программирования (линейного, динамического и др.).

После того как найдены исполнители (человек или машина) для каждой из задач, проводится анализ функций людей в системе. При этом осуществляется проектирование групповой деятельности (распределение функций между отдельными операторами). При решении этой задачи нужно стремиться к максимально возможному упрощению структуры группы и связей между операторами. Однако всегда нужно иметь в виду, что упрощение структуры группы в ряде случаев может привести к недопустимой информационной перегрузке отдельных операторов, что должно быть исключено в процессе проектирования. В итоге на этом этапе должны быть решены следующие задачи: определены

типы и количество рабочих мест, решаемые на каждом из них задачи, необходимые информационные связи между отдельными операторами.

Далее решается задача проектирования деятельности оператора. В результате ее решения, в частности, определяются структура и алгоритмы деятельности оператора в различных режимах работы СЧМ, способы выполнения этой деятельности, требования к психофизиологическим характеристикам человека (объему памяти и внимания, скорости реакции, эмоциональной устойчивости и др.), производится проверка выполнения предельно допустимых норм деятельности оператора. На основании этого осуществляется разработка средств отображения информации, органов управления, производится общая компоновка рабочего места.

Последний этап проектирования – эргономическая оценка проекта и сравнение полученных результатов с требуемыми параметрами, отраженными техническим заданием на систему. Оценке подлежат основные характеристики СЧМ (надежность, быстродействие, стоимость и др.), условия работы оперативного и обслуживающего персонала, конструкция системы и особенности организации рабочих мест операторов и целый ряд других вопросов, более подробно рассмотренных в следующем разделе. В случае несоответствия каких-либо характеристик требуемым разработанный проект уточняется, пока не будет получен приемлемый результат.

Таким образом, в процессе эргономического проектирования осуществляется последовательная оптимизация проекта СЧМС.

### **12.5. Цикличность и последовательность эргономического проектирования**

Приведенная структура проектирования СЧМС (см. табл. 12) показывает принципиальную взаимосвязь решаемых при проектировании задач. Однако не следует упрощенно понимать и представлять проектную деятельность в виде только отдельных, хотя и взаимосвязанных этапов. На самом деле процесс эргономического проектирования имеет циклический и последовательный характер. Цикличность и последовательность эргономического проектирования заключается в необходимости решения всех перечисленных задач на каждой из существующих стадий проектирования:

- на этапе формулирования технических требований (далее – ТТ);
- при разработке технического задания (далее – ТЗ);
- при эскизном предложении;
- на этапе эскизного проектирования;
- при техническом проектировании;
- на этапе рабочего проектирования;
- при различных испытаниях, оценке и т. д.

Все поставленные задачи в той или иной степени решаются на каждой из стадий проектирования. Однако уровень проработки и решения этих задач на каждой из стадий будет различным. Одни задачи могут решаться в общем виде, другие – детально, третьи уточняются после решения их на предыдущем

этапе. Еще одной особенностью является различная вариантность проработки принимаемых решений на каждом из этапов, что позволяет постепенно прийти к оптимальному варианту. В результате проектирования необходимо обеспечить заданные характеристики (надежность, точность, быстрота действия и др.) не только технических устройств, а прежде всего, системы «человек – машина – среда» в целом. Не менее важным требованием является соблюдение предельно допустимых норм деятельности оператора. Поэтому наряду с задачей создания наиболее эффективной техники и технических средств должна решаться и другая – обеспечение наиболее благоприятных условий для работающего человека [2].

Помимо рассмотренных при проектировании СЧМС может быть выполнен еще целый ряд частных, в том числе и эргономических, требований. Принципы их учета подробно рассмотрены в специальной литературе [5, 6, 25, 78, 79]. Процесс проектирования сопровождается выполнением ряда последовательных мероприятий на всех этапах создания СЧМС. Рассмотрим их содержание на примере обеспечения нормальной рабочей среды, в которой будет функционировать СЧМС. Известно, что от факторов рабочей среды существенно зависит характер операторской деятельности. В первую очередь под их воздействием снижается творческий уровень работы оператора. Работоспособность оператора при выполнении алгоритмизированных видов деятельности под воздействием неблагоприятных факторов меняется гораздо меньше.

При проектировании систем «человек – машина – среда» для снижения неблагоприятного воздействия факторов производственной среды необходимо учитывать следующие концептуальные положения.

Во-первых, нормируемые производственные факторы при их обычном или комплексном воздействии не должны оказывать отрицательного влияния на здоровье человека при профессиональной деятельности в течение продолжительного времени (годы).

Во-вторых, допустимые параметры неблагоприятных факторов по длительности и интенсивности воздействия не должны вызывать в процессе рабочего дня снижения надежности и эффективности деятельности оператора.

В-третьих, формирование рабочей среды во многом зависит от эффективности технических и других средств, обеспечивающих поддержание факторов среды на требуемом уровне.

При этом следует иметь в виду, что эти средства, поддерживая одни факторы на определенном уровне, могут быть источником других, неблагоприятных условий среды. Например, кондиционеры, обеспечивающие соответствующий микроклимат, могут являться источниками акустических шумов. Системы освещения, создающие необходимую освещенность на рабочих местах, могут оказывать влияние на температурный режим в помещениях. Эти и подобные им обстоятельства необходимо учитывать в процессе проектирования и оборудования рабочих мест, кабин машин, пунктов управления.

Отметим основные этапы процесса проектирования:

1. Заказчик передает разработчику технические требования на разработку, где в самом общем виде формулируются требования заказчика к рабочей среде.

2. Затем при разработке технического задания определяются и вносятся разработчиком ТЗ требования заказчика к рабочей среде. Эти требования носят конкретный характер, в том числе на соответствие нормативным требованиям (например, международные требования ИСО, требования стандартов и др.). Техническое задание рассматривается и утверждается заказчиком.

3. При разработке эскизного предложения определяется вероятный состав факторов среды, прогнозируется возможное воздействие их на человека, обосновывается необходимость средств защиты, определяется необходимое количество рабочих мест и состав технических средств жизнеобеспечения. Разрабатывается концепция обеспечения нормальной рабочей среды на рабочем месте, возможные варианты технических средств. На основе концепции прорабатывается 4–5 различных вариантов, которые обсуждаются с заказчиком.

4. На этапе эскизного проектирования уточняется вероятный состав факторов среды и специфика их воздействия на человека, разрабатываются требования к системам технического жизнеобеспечения, проводится эскизное проектирование рабочих помещений и средств жизнеобеспечения. В результате получается 2–3 уточненных варианта, которые согласовываются с заказчиком.

5. В процессе технического проектирования уточняются фактические уровни факторов среды, используемые технические средства, разрабатываются с их учетом режимы труда и отдыха операторов, проектируются (при необходимости) средства коллективной и индивидуальной защиты от воздействия неблагоприятных факторов среды, разрабатываются рекомендации по профессиональному отбору и подготовке специалистов с учетом специфики рабочей среды.

На каждой последующей стадии разработанные предложения или варианты проектного решения уточняются и улучшаются, что способствует в процессе проектирования последовательной оптимизации проекта СЧМС.

Таким образом, проведение эргономического проектирования позволяет обеспечить высокую работоспособность и эффективность деятельности оператора и работы системы «человек – машина – среда» в целом.

## **12.6. Эргономическая оценка технических средств и деятельности человека-оператора**

*Эргономическая оценка* (далее – ЭО) заключается в определении основных характеристик деятельности человека-оператора, его рабочего места и СЧМС в целом. Целью ЭО является проверка соответствия СЧМС (ее подсистем, элементов, звеньев) эргономическим требованиям. Объектами ЭО являются показатели функционирования СЧМС, рабочие места операторов, факторы рабочей среды, алгоритмы и нормы деятельности [2, 6]. Эргономическая оценка проводится на этапах проектирования, производства, испытания и эксплуатации СЧМС.

Основные принципы проведения ЭО сводятся к следующему:

1) оценка должна носить многоуровневый (иерархический) характер, т. е. отражать различие операторских задач и функций системы, особенности структуры психических процессов и т. п.;

2) объектом оптимизации в результате проведения ЭО должны быть характеристики системы в целом;

3) сложность и динамичность СЧМС обуславливают необходимость разнопорядкового характера проведения ЭО с учетом всех возможных рабочих ситуаций, степени участия человека в различных режимах работы системы, особенностей влияния человека на различные показатели качества системы;

4) нерегулярность работы вызывает необходимость проведения оценки не только в статике, т. е. вне процесса операторской деятельности, но и с учетом изменения состояния системы, и в первую очередь человека, во времени (динамическая оценка).

По своим результатам ЭО может быть трех видов: *количественная, качественная и комбинированная*. При *количественной оценке* определяются числовые значения характеристик расчетным, экспертным или экспериментальным путем. При *качественной экспертизе* характеристики оцениваются на основании суждений, чаще всего бинарных («хуже – лучше», «удовлетворяют требованиям – не удовлетворяют требованиям» и т. п.).

По своему характеру ЭО разделяется на два вида – *статическую* и *динамическую*. *Статическая оценка* заключается в оценке различных качеств системы без учета ее функционирования. Она является исходной и обязательной фазой проведения ЭО, однако она ограничена и не может решить всех задач. Поэтому обязательным условием является проведение *динамической ЭО*, которая заключается в оценке системы по результатам работы операторов и с учетом работы в течение определенного промежутка времени.

ЭО различается по методам ее проведения. На ранних стадиях проектирования преобладают методы математического и статистического моделирования, а на более поздних этапах, когда появляется возможность изготовления макета, имитатора или испытательного стенда, – методы физического моделирования; на этапе эксплуатации объекта его оценка проводится с применением экспериментальных методов [6]. ЭО должна производиться для каждого из режимов СЧМС: основной режим, контроль функционирования, поиск и обнаружение неисправностей, техническое обслуживание и др., поскольку система, эффективная в одном режиме работы, может быть неэффективной в других режимах.

Классификация видов ЭО дана в табл. 13, а содержание ЭО приведено в табл. 14 [6].

## Классификация видов эргономической оценки

Виды эргономической оценки	По способу проведения оценки	Экспериментальными методами
		С использованием моделирующих стендов
		Методами математического моделирования
	По режиму работы СЧМС	При проведении регламентных работ
		При поиске и устранении неисправностей
		При контроле функционирования
	По характеру проведения оценки	При применении СЧМС по назначению
		Статическая
		Динамическая
	По результатам оценки	Комбинированная
		Качественная
		Количественная

Основными направлениями ЭО являются: 1) оценка соответствия конструкции и системы эргономическим (инженерно-психологическим) требованиям; 2) определение выходных показателей качества (надежности) СЧМС; 3) оценка и диагностика состояния оператора при выполнении работы; 4) оценка экономической целесообразности и возможности реализации принятых решений; 5) оценка целесообразности и эффективности использования специальных методов и средств управления профессиональной пригодностью операторов (их профотбора и профподготовки).

Оценка соответствия отдельных элементов СЧМС эргономическим требованиям носит в общем случае трехуровневый характер [5].

На первом уровне проводится статическая оценка соответствия конструкции элементов системы эргономическим требованиям. Проверяется выполнение психологических, психофизиологических и антропометрических требований, предъявляемых к следующим параметрам: 1) размещению СОИ и ОУ; 2) размерам отдельных индикаторов; 3) размерам рабочего места; 4) светотехническим характеристикам индикаторов; 5) взаимному расположению СОИ и ОУ и т. п. На втором уровне эргономической оценки выявляются различные режимы работы СЧМС, для каждого из них определяются задачи оператора и проводится алгоритмический анализ и оценка сложности их решения. *Алгоритмом деятельности* оператора называется организация его деятельности, характеризующаяся совокупностью элементарных операций и логических условий, которые определяют последовательность выполнения операций при решении профессиональных задач [2, 5, 31]. На третьем уровне с учетом предельно допустимых норм деятельности определяется появление различных состояний в СЧМС и в динамике оценивается сложность решения всего потока задач. К оцениваемым состояниям СЧМС относятся, например, дефицит времени, информационная перегрузка, появление очереди сообщений и т. п.



## Содержание эргономической оценки [6]

Вопросы, решаемые в процессе эргономической оценки	Стадии разработки				Этап эксплуата- ции
	Техни- ческое зада- ние	Техни- ческое предло- жение	Эскизный и техни- ческий проект	Конструк- торская доку- ментация и ис- пытания	
Оценка вариантов распределения функций	+	+	+	+	-
Оценка соответствия алгоритмов работы возможностям операторов	-	-	+	+	+
Оценка соответствия рабочего места алгоритму работы оператора	-	-	+	+	-
Антропометрическая оценка оборудования	-	+	+	+	-
Оценка загруженности операторов и напряженности их труда	-	-	+	+	+
Оценка режима труда и отдыха	-	-	-	+	+
Оценка условий рабочей среды	+	+	+	+	+
Оценка системы психологического отбора	-	-	-	+	+
Оценка методов обучения и тренировки	-	+	-	+	+
Оценка уровня безопасности труда	-	+	+	+	+
Комплексная оценка показателей СЧМС (эффективность, напря- женность и др.)		+	+	+	+
Экономическая оценка реализации ЭТ	-	-	+	+	+
Разработка рекомендаций по повышению уровня СЧМС (эффективность, надежность)	+	+	+	+	+

Алгоритмический анализ деятельности – это формальное операциональное описание трудового процесса как совокупности дискретных единиц деятельности (операций) и правил, определяющих порядок их следования. Целью алгоритмического анализа является количественная оценка с помощью математических формул расчетов: *стереотипности Z*, *логической сложности L*, *динамической интенсивности V*, *скорости переработки информации S* в процессе трудовой деятельности [6, 67].

Показатель *стереотипности Z* трудового процесса зависит от числа элементарных операций в алгоритме и длительности их непрерывной последова-

тельности. Показатель *логической сложности*  $L$  отражает необходимость перестройки системы действий при изменении системы сигналов и отражает динамический компонент деятельности оператора. *Напряженность* (интенсивность) *выполнения алгоритма*  $V$  определяется числом элементарных оперативных единиц, выполняемых в единицу времени  $t$ . Общая сложность выполнения алгоритма оператором оценивается по формуле

$$S = V \cdot S \cdot Z/L.$$

Перечисленные показатели, хотя и не лишены некоторых недостатков, дают количественную оценку сложности деятельности оператора [6, 76].

Для СЧМС, в которой деятельность оператора связана с работой в условиях потока сигналов, помимо статических и алгоритмических оценок важно оценить ситуации при поступлении и решении совокупности (потока) задач. Следствием потока задач является возможность появления очереди на обслуживание, что вызывает дефицит времени, перегрузку оперативной памяти, возникновение напряженности и т. д. В таких случаях необходима динамическая оценка степени информационной нагрузки оператора (оценка информационных потоков). Основными показателями информационной нагрузки оператора являются:

- 1) *коэффициент загруженности* – отношение времени выполнения работы к общему времени, проведенному оператором за пультом управления;
- 2) *период занятости* – время непрерывной (без пауз) работы;
- 3) *длина очереди сигналов* – число сигналов, одновременно требующих внимания оператора (удержания их в памяти);
- 4) *коэффициент очереди* – относительное число сигналов, обработанных оператором в условиях очереди на обслуживание;
- 5) *время ожидания начала обработки сигнала* – дефицит времени в работе оператора.

Динамический подход к ЭО может быть реализован двумя способами: а) *детерминированным*, когда информационный поток считается соответствующим эргономическим требованиям (реальные значения показателей деятельности оператора не превышают допустимых) – оценка проводится расчетными и экспериментально-статистическими методами; б) *стохастическим* (вероятностным) – показатели информационной нагрузки даются в качестве случайной величины, ее вычисление может проводиться аналитически или методом имитационного моделирования [6, 76].

Важным элементом эргономической оценки СЧМС является контроль состояния оператора (операторов). Его проведение связано с реализацией динамического подхода ЭО, когда необходимо учитывать не только результаты работы человека, но и то напряжение, ту психофизиологическую цену, которой она достигается. В завершение ЭО необходимо определить экономическую целесообразность и возможность реализуемости принятых решений в пределах выделяемых для этого финансовых средств.

## Тема 13. ЭРГОНОМИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 13.1. Рабочее место человека-оператора: понятие, состав и классификация

Каждый работник нуждается в своей, особой, относительно небольшой части пространства – рабочем месте. Рабочее место сотрудника часто располагается в комнате, где работают несколько сотрудников. Комната – это та рабочая и социальная среда обитания, которая отвечает их рабочему состоянию, уровню их интеллекта, душе, взглядам на окружающую действительность. В комнате часто размещается несколько индивидуальных рабочих мест, которые в своей совокупности образуют групповое рабочее место для нескольких сотрудников. Примером группового рабочего места также является офис.

**Под рабочим местом** понимается зона, оснащенная необходимыми техническими средствами, в которой совершается трудовая деятельность работника (исполнителя) или группы работников (исполнителей), совместно выполняющих одну работу или операцию [5, 75]. В настоящее время наиболее распространенным рабочим местом является рабочее место в системе «человек – машина – среда». Сегодня даже в канцелярской работе широко используется компьютер, факс, телефон, различные оргсредства, что делает деятельность менеджера операторской. **Организацией рабочего места** называется система мероприятий по оснащению рабочего места средствами и предметами труда и их размещению в определенном порядке [66]. Современное рабочее место оснащается средствами отображения информации, органами управления и вспомогательным оборудованием. Рабочее место включает в себя информационное и моторное поля.

**Информационным полем** называется пространство рабочего места оператора с размещенными средствами отображения информации и другими источниками различных сведений, используемых в процессе деятельности. При создании рабочего места необходимо обеспечивать оптимальную зону информационного поля рабочего места. *Оптимальная зона* – часть информационного поля рабочего места, обеспечивающая наилучшее восприятие информации [5]. **Моторное поле** – это пространство рабочего места оператора с размещенными органами управления, в котором осуществляются двигательные действия человека-оператора по управлению СЧМС [5]. Размеры и конфигурация информационного и моторного полей определяются сенсорными (зрительными), антропометрическими и биомеханическими характеристиками человека. Обычно средства отображения информации и органы управления используются совместно, поэтому отдельный индикатор и связанный с ним орган управления рассматриваются как функциональный элемент рабочего места в системе «человек – машина – среда».

При создании рабочего места важно обеспечить зоны оптимальной и легкой досягаемости моторного поля рабочего места. Для оператора различают

следующие зоны досягаемости: максимальной (предельной), оптимальной и легкой досягаемости. *Зона легкой досягаемости* – часть моторного поля рабочего места, ограниченная дугами, описываемыми расслабленными руками при движении их в плечевом суставе. *Оптимальная зона досягаемости* – часть моторного поля рабочего места, ограниченная дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой. *Зона максимальной досягаемости* – часть моторного поля рабочего места, ограниченная дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе. Размещение оборудования далее предельных размеров досягаемости не допускается.

Поскольку операторская деятельность человека протекает под воздействием внешних условий, важным компонентом СЧМС являются условия труда человека-оператора. **Условия труда** – совокупность факторов внешней среды на рабочем месте, оказывающая влияние на функциональное состояние и работоспособность человека-оператора и, следовательно, на эффективность его деятельности в целом [1].

Рабочие места можно классифицировать следующим образом:

1. В зависимости от количества одновременно работающих сотрудников рабочие места подразделяются на **индивидуальные и коллективные**.
2. По характеру выполняемых человеком операций рабочие места могут быть **автоматизированными, механизированными** и рабочими местами, где выполняются преимущественно **ручные работы** (ручные операции).
3. В зависимости от специализации рабочие места могут быть **универсальными, специализированными** и **специальными**.
4. В зависимости от рабочей позы различают рабочие места, предназначенные для работы «**сидя**», «**стоя**», «**сидя – стоя попеременно**», «**с перемещением**», «**лежа**».

### 13.2. Общие эргономические требования к рабочему месту

Рабочее место должно быть приспособлено для конкретного вида труда и для работников определенной квалификации с учетом их физических и психических возможностей и особенностей. Для основных и наиболее распространенных рабочих мест можно определить следующие общие эргономические требования [5, 78].

1. При создании рабочего места необходимо исходить из конкретного анализа трудового процесса человека на данном оборудовании и учитывать антропометрические данные, физиологические и психологические характеристики трудового процесса, санитарно-гигиенические условия работы.
2. Пространственная организация рабочего места предполагает учет антропометрических данных, выбор рационального расположения рабочих зон, рабочих поверхностей, физиологически рациональной рабочей позы, а также использование необходимых рациональных средств организационной и компьютерной техники.

3. Следует предусматривать меры, предупреждающие или снижающие преждевременное утомление работающего человека, предотвращающие возникновение у него психофизиологического стресса, а также появление ошибочных действий.

4. На рабочем месте техническое обслуживание в нормальных и аварийных условиях должно характеризоваться быстротой, безопасностью, простотой и экономичностью, а также полностью отвечать функциональным требованиям и предполагаемым условиям эксплуатации.

Выполнение этих общих эргономических требований предполагает решение следующих основных задач организации рабочего места:

1) выбор целесообразного рабочего положения («сидя», «стоя», «сидя – стоя», «с перемещением»);

2) рациональное размещение средств отображения информации и органов управления в соответствии с их важностью, частотой использования в пределах информационного поля зрения и зон досягаемости человека;

3) обеспечение работнику оптимального обзора элементов рабочего места;

4) соответствие рабочего места антропометрическим, физиологическим и психологическим характеристикам человека;

5) соответствие информационных потоков возможностям человека по приему и переработке информации;

6) обеспечение условий для кратковременного отдыха операторов в процессе работы;

7) достаточное рабочее пространство для работающего человека, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения при эксплуатации и техническом обслуживании оборудования;

8) достаточные физические, зрительные и слуховые связи между работающим человеком и оборудованием, а также между людьми в процессе выполнения общей трудовой задачи;

9) оптимальное размещение рабочих мест в производственных помещениях, а также безопасные и достаточные проходы для работающих людей;

10) необходимое естественное и искусственное освещение для выполнения трудовых задач и технического обслуживания;

11) допустимый уровень акустического шума и вибрации от оборудования, используемого на рабочем месте, или от других производственных источников;

12) обеспечение необходимыми средствами защиты работающих от действия опасных и вредных производственных факторов (физических, химических, биологических и психофизиологических);

13) необходимость использования рабочей поверхности для письма или других работ, для установки компьютера (монитора, системного блока, клавиатуры, мыши), телефонных аппаратов, а также хранения инструкций и других материалов, используемых работающими людьми или обслуживающим персоналом.

При организации рабочего места необходимо принимать во внимание:

- продолжительность и характер нахождения в рабочей позе: работа «сидя», «стоя», «сидя-стоя попеременно», «с перемещением»;
- конфигурацию и способ размещения информационных панелей и органов управления в моторном поле;
- потребность в обзоре рабочего места или его частей, например, пульта, потребность внешнего обзора из кабины;
- пространство для ног и стоп при работе «сидя», невозможность просматривания этого пространства при рабочем месте для женщин.

Конечной целью организации рабочего места является оптимизация условий трудовой деятельности, обеспечивающих максимальную надежность и эффективность работы исполнителей (группы исполнителей).

### 13.3. Выбор рабочей позы и параметров рабочего места

Выбор положения тела при работе («сидя», «стоя», «попеременно») определяет параметры оборудования рабочего места. Предусматривая то или иное рабочее положение, следует учитывать его достоинства и недостатки, чтобы максимально использовать первые и свести к минимуму влияние вторых [78, 79].

*Рабочие места «сидя»* организуют при легкой работе, не требующей свободного передвижения работающего, а также при работе средней тяжести в тех случаях, когда это обусловлено особенностями технологического процесса. При конструировании производственного оборудования и организации рабочего места необходимо предусматривать возможность регулирования отдельных элементов, с тем, чтобы обеспечивать оптимальное положение работающего. Параметры высоты рабочей поверхности, сиденья и пространства для ног должны быть регулируемыми. При этом за высоту рабочей поверхности принимается расстояние по вертикали от пола до горизонтальной плоскости (реально существующей или воображаемой), в которой выполняются основные трудовые движения. Для нерегулируемой по высоте рабочей поверхности осуществляют регулирование высоты сиденья и подставки для ног. Оптимальная рабочая поза для работающего более низкого роста достигается за счет увеличения высоты рабочего сиденья и подставки для ног.

*Рабочее место для выполнения работ «стоя»* организуют при физической работе средней и тяжелой тяжести, а также при технологически обусловленной величине рабочей зоны, превышающей ее параметры. При работе «сидя» необходимо обеспечить выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля, а операций «часто» и «очень часто» – в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля. Конструкция оборудования и организация рабочего места должны обеспечивать прямое и свободное положение корпуса тела работающего или наклон его вперед не более чем на 15°.

Регулируемые параметры высоты рабочей поверхности в зависимости от тяжести труда следует выбирать с учетом роста человека. При нерегулируемой высоте рабочей поверхности регулируют высоту подставки для ног.

Оптимальная рабочая поза для работающих более низкого роста обеспечивается путем увеличения высоты подставки для ног. Важно также предусматривать пространство для размещения стоп размером не менее 150 мм по глубине, 150 мм по высоте и 530 мм по ширине, что позволяет удобно и возможно близко подходить к столу, станку или машине.

### 13.4. Посадочные элементы рабочего места

В структуре каждого рабочего места важное значение имеют посадочные элементы, на которых размещаются операторы или работники в положении «сидя» в течение рабочего времени. Для поддержания рабочей позы в процессе работы в положении «сидя» используются различные сиденья, кресла, стулья, табуреты различных типов, откидные сиденья (стенные), сиденья-опоры.

Рабочие сиденья классифицируются по следующим параметрам: 1) степени стабилизации рабочей позы; 2) набору элементов рабочего сиденья; 3) типу конструкции элементов сиденья; 4) степени подвижности; 5) степени мягкости; 6) обеспечению виброгашения и т. п.

Выбор типа рабочих сидений определяется конкретным характером и условиями трудовой деятельности человека. В целом рабочие сиденья делятся на две основные группы: для *длительного* и *кратковременного пользования*. Рабочие сиденья для длительной работы в положении «сидя» должны включать следующие элементы: 1) сиденье и спинку – для стульев; 2) сиденье, спинку и подлокотники – для кресел; 3) дополнительными элементами рабочих кресел могут быть подголовники; 4) подставки для ног рекомендуются для всех видов работ, связанных с длительным сохранением положения «сидя». Конструкция рабочего сиденья, предназначенного для длительной работы в положении «сидя», должна обеспечивать поддержание основной рабочей позы, не затруднять рабочих движений, смен позы и положения, обеспечивать условия для отдыха.

Основная рабочая поза предусматривает такое положение корпуса, которое способствует проявлению естественных изгибов позвоночного столба (поясничного, грудного и шейного отделов) и не вызывает значительного мышечного напряжения. При этом не растягиваются мышцы и связки позвоночника, не расслабляются мышцы брюшного пресса и тазового дна, межпозвоночные хрящи не принимают асимметричную форму, не сдавливаются органы грудной клетки (сердце, легкие). Несоблюдение вышеперечисленных условий приводит к патологическим изменениям опорно-двигательного аппарата человека и другим нарушениям (остеохондроз, спондилез, радикулит, сутулость, опущение внутренних органов, отвислость живота и др.).

При работе «сидя» величина углов в тазобедренных, коленных и голеностопных суставах должна быть не менее 90°. Оптимальные позные углы в суставах составляют 98–103°.

Когда трудовой процесс требует длительного поддержания жестко фиксированной рабочей позы без возможности ее смены (в промежутки

времени не менее 30–40 мин), то рекомендуется полумягкое сиденье (кресло) с регулируемыми параметрами. Эти параметры должны устанавливаться в соответствии с индивидуальными антропометрическими данными работающего, сиденье должно быть профилированное (с двумя углами наклона) и с высокой спинкой. Для снятия общего напряжения рекомендуется в перерывах изменять позу и положение тела.

В тех случаях, когда имеются условия для произвольного изменения рабочей позы в пределах рабочей зоны, можно использовать плоское, горизонтальное или с наклоном назад (3–8°) сиденье с профилированной или непрофилированной обычной или поясничной спинкой.

Независимо от профессионального назначения имеется несколько требований, общих для сидений длительного пользования [80]:

1. Сиденье должно обеспечивать позу, способствующую уменьшению статической работы мышц.

2. Сиденье в целом и его элементы должны создавать условия для возможности изменения рабочей позы.

3. Конструкция сиденья не должна затруднять деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной и пищеварительной систем; она не должна вызывать болезненных ощущений, возникающих в результате давления элементов сиденья на тело человека.

4. Глубина сиденья не должна быть чрезмерно большой.

5. Передний край сиденья должен быть закруглен.

6. Должно обеспечиваться свободное перемещение сиденья относительно рабочей поверхности, в случае обширной рабочей зоны – вращение сиденья.

7. Необходимо наличие ряда регулируемых параметров (высота сиденья, угол наклона спинки, высота спинки).

8. В конструкции сидений должны быть учтены требования безопасности, общие и частные.

9. В большинстве видов производства, за исключением тех, где существуют специфические технологические ограничения, желательно использовать полумягкую обивку рабочего сиденья.

В оптимальном варианте конструкции рабочего сиденья должны регулироваться высота поверхности сиденья, угол наклона спинки, расстояние от спинки до переднего края сиденья. При необходимости должны регулироваться также следующие параметры: высота спинки, высота подлокотников, высота подголовников. Диапазон регулировки параметров устанавливается в пределах 5 % для женщин и 95 % для мужчин.

В настоящее время офисное кресло часто представляет собой сложные инженерные, дизайнерские и эргономические решения. Так, приведем в качестве примера известную швейцарскую компанию Giroflex, которая тесно связана с производством мебели для офиса. Ее история насчитывает более 130 лет. В 1926 г. швейцарские производители создали первое офисное кресло с пружинно-вращающимся механизмом, обеспечивающее правильную посадку и повышающее производительность труда работников. Инновация получила



свыше 30 патентов. Еще одним революционным изобретением компании стало кресло с синхромеханизмом. Начиная с 1960-х гг., компания работает совместно со Швейцарским федеральным институтом технологий. Общими усилиями они разрабатывали первые стандарты эргономики и нормативы производства офисных кресел, до сих пор действующие во всем мире.

Кресло человека-оператора стационарных и подвижных объектов должно включать следующие основные элементы: сиденье, спинку и подлокотники. Регулироваться должны высота поверхности сиденья и угол наклона спинки, а при необходимости – высота спинки и подлокотников, угол наклона подлокотников, высота подголовника и подставки для ног, угол наклона подставки для ног. При этом должна обеспечиваться надежная фиксация элементов кресла в заданном положении. Подвижность кресла относительно пола или другой поверхности, на которой оно установлено, может не ограничиваться, что рекомендуется для офисных кресел. В этом случае обеспечивается определенная подвижность кресла, что создает для человека удобство посадки и расширяет зоны досягаемости. Однако в тех случаях, когда это необходимо, кресло должно быть фиксировано. Конструкция кресла должна способствовать ослаблению вибрационных и ударных воздействий.

Конструкционные и отделочные материалы кресла должны быть прочными, огнестойкими, нетоксичными, обеспечивающими в необходимых случаях возможность эксплуатации в различных климатических условиях. Покрытия сиденья, спинки, подлокотников и подголовника должны изготавливаться из умягченного, влагоотталкивающего, неэлектризующегося, воздухопроницаемого материала.

Существует определенная зависимость в высотных размерах рабочего сиденья и рабочей поверхности. Высота рабочей поверхности (для работы «сидя») не имеет прямой связи с ростом работающего, а связана непосредственно с высотой сиденья. Кроме того, расстояние между рабочей поверхностью и плоскостью сиденья также не связано с ростом человека и мало варьируется: 280 – 300 мм – при наклонном корпусе, 350 мм – при выпрямленном.

Для кратковременного пользования (5–10 мин) рекомендуется использовать жесткие стулья и различного типа табуреты. В настоящее время выпускается огромный ассортимент стульев (рис. 39). Для того чтобы не растеряться в этом огромном разнообразии стульев, предлагаемых сегодня мебельными салонами, определим, какие факторы должны влиять на ваш выбор.

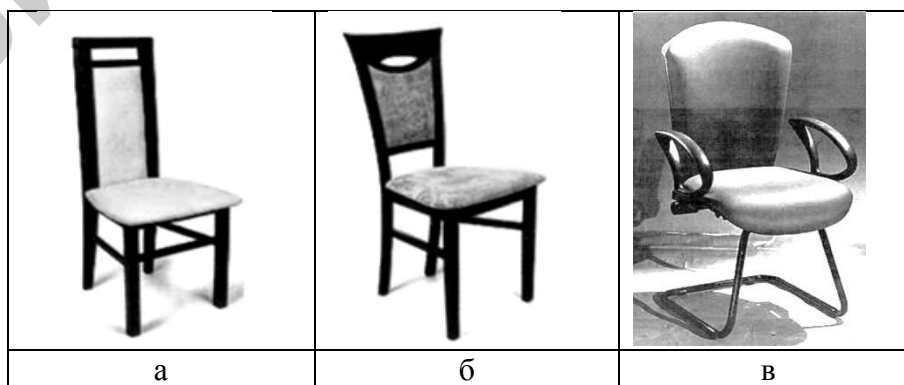


Рис. 39. Различные дизайнерские и эргономические решения дизайна стульев

Главный параметр удобства стула – мягкость. По этому критерию все стулья делятся на: *жесткие, полумягкие и мягкие*. В *жестких моделях* сиденья и спинки могут быть изготовлены из дерева, металла, пластика или сплетены из соломки без использования каких-либо эластичных материалов. *Полумягкие модели* оснащены настилочным материалом толщиной 20–40 мм. В *мягких стульях*, кроме эластичного материала большой толщины (30–50 мм), могут дополнительно присутствовать и пружины. В качестве настилочного материала чаще всего применяется полиуретан (или поролон) и его производные, иногда льняная пакля.

Выбор степени мягкости стула – дело сугубо индивидуальное. Стул можно считать хорошим только в том случае, если при сидении на нем даже в течение нескольких часов у вас не затекают ноги и не устает спина. Кроме этого, вам должно быть удобно откидываться на спинку. Не принижая качества жестких или мягких стульев, но при всех равных условиях предпочтительны стулья полумягкие. Многочисленные эргономические тесты, проводимые производителями стульев, показали, что чувствовать себя максимально комфортно в течение продолжительного времени можно именно на полумягких моделях.

Следующий фактор, который влияет на выбор стульев, – особенность конструкции. Конструктивно стулья делятся на *столярные, гнутоклееные* и *стулья смешанной конструкции, из металла или пластика (недеревянных материалов)*.

Столярный стул – наиболее простой. Его каркас представляет собой две боковины (одна с ножками, вторая – со стойками спинки), соединенные спереди и сзади брусками. В другом варианте столярного стула бруски могут соединять боковые части стула. При ежедневном использовании они достаточно быстро изнашиваются, становятся шаткими. До сих пор дизайнеры считают стулья, произведенные по гнутоклееной технологии, примером оптимального сочетания формы и качества. Достаточно прочны и надежны стулья смешанной конструкции, в которых столярный каркас сочетается с гнутоклееной спинкой. В качестве обивочного материала для стульев используются те же ткани, что и в производстве мягкой мебели. Вообще же выбор обивки стула, как и его формы, – дело вкуса. Но если говорить о прочности и износостойкости обивки, то лучше всего себя зарекомендовала искусственная замша.

Наряду с деревом возможно использование и других материалов. Так, швейцарская компания Giroflex получила лицензию на производство в России стульев G-16 (рис. 39, в), ставших классикой офисной мебели в Европе. Сборка стульев начата на базе компании Orgspace Consulting – генерального партнера, представляющего на российском рынке всю линейку офисных продуктов швейцарских производителей. Классические стулья, предложенные российским потребителям, усовершенствованы с учетом последних разработок в области эргономики и предназначены для переговоров.

Ведутся также интересные исследования по созданию новых отделочных материалов, в частности, антибактериальной пленки для мебели. Так, например, компания Coveright предложила производителям медицинской мебели антибактериальную меламиновую пленку. Новая разработка в первую очередь предназначена для учреждений, где предъявляются повышенные требования к гиги-

ене. Уникальные гигиенические качества покрытия обеспечивают неорганические ионы серебра, обладающие антибактериальными свойствами. Новый материал нетоксичен и полностью безопасен для здоровья человека, активно подавляет и уничтожает вредоносные бактерии.

Табуретов различают: 1) по форме сидений (круглые, квадратные); 2) по высоте (высокие, средние, низкие); 3) по количеству опор (три, четыре).

Кроме того, могут быть использованы сиденья-опоры, представляющие собой высокие табуреты с уменьшенной горизонтальной поверхностью. Они используются в тех случаях, когда работающий не имеет возможности присесть на короткое время, но может опереться на высокое сиденье-опору, снизив тем самым напряжение мышц.

### **13.5. Организация интерьера рабочего места и офиса**

Интерьер рабочего места в первую очередь определяется цветовым решением, используемой мебелью и другими элементами, создающими уют и комфорт для работников.

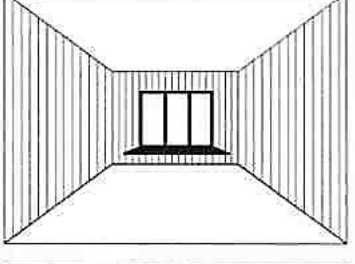
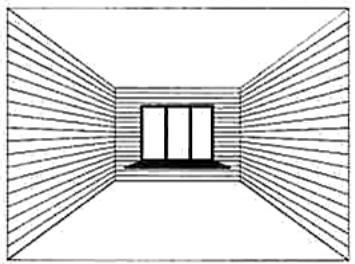
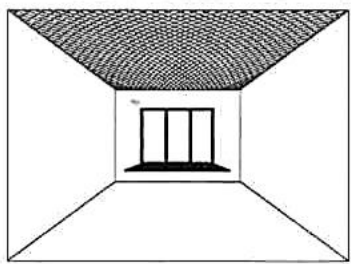
#### **Цветовое оформление рабочего места**

Учеными установлено, что цвет очень сильно влияет на самочувствие человека. Все цвета спектра – это свет различной длины волны [14]. Замечено, что короткие волны спектра (фиолетовый, синий, голубой и зеленый цвета) успокаивают и способствуют полноценному отдыху человека, а длинные (красный, оранжевый, желтый) – возбуждают, тонизируют и повышают работоспособность. Совсем недавно европейскими учеными было обнаружено, что голубой цвет стен нормализует кровяное давление у человека. Также в наше время найдена практически прямая зависимость между ростом апатии, утомляемостью и преобладанием в интерьере белых и светло-серых оттенков, которые еще в недавнем прошлом почти обязательно появлялись после евроремонта. Комбинируя цвета помещения, следует избегать ярко-ядовитых сочетаний: желтого с малиновым, красного с голубым, зеленого с фиолетовым и т. д. [14]. Стены лучше окрасить в стандартные цвета для деловых помещений. Наиболее приемлемыми и распространенными в Беларуси являются следующие цвета: бежевый, кремовый, бледно-зеленый.

Выбирая обои для комнаты или офиса, стоит учитывать и такой немаловажный факт, как восприятие светлых и темных тонов. Известно, что в области светлых тонов мы различаем больше цветов, чем в области темных – именно поэтому, наверное, у многих темный интерьер вызывает удрученное или меланхолическое настроение. Хотя и тут может быть исключение: слишком ярких холериков темный интерьер может всего лишь немного успокоить. Тут важно выбрать правильное соотношение характера и цвета. Меланхоликам, например, не рекомендуется находиться среди темных и холодных стен [15].

При оформлении помещений существуют несколько важных особенностей, которые следует учитывать в дизайне, так как они связаны с определенными

зрительными иллюзиями. Некоторые эргономические рекомендации на этот счет приведены на рис. 40–42.

		
<p><i>Рис. 40.</i> Вертикальные полосы или расположенный по вертикали рисунок делает любое помещение выше и уже</p>	<p><i>Рис. 41.</i> Поперечные полосы или крупные орнаменты (в том числе и цветы) делают помещение ниже и шире</p>	<p><i>Рис. 42.</i> Темный потолок делает любое по высоте помещение визуально ниже</p>

Для оклейки комнаты следует преимущественно выбирать бумажные обои, не стоит использовать пленочные материалы, так как они не впитывают влагу и не пропускают воздух, что обязательно приведет к нарушению воздушно-влажностного режима и дышать в этой комнате будет тяжело. Клей для обоев тоже надо выбирать экологически безопасный – специально для бумажных обоев. Выбирая расцветку, следует избегать мелкого рисунка: он раздражает, не дает сфокусировать неподготовленный взгляд сотрудника на чем-либо одном и часто способствует снижению зрения. «Чистые» обои, без рисунка, также не рекомендуются: не на чем остановить глаз, сосредоточиться. Лучше всего подойдут обои с более крупным рисунком.

В офисе уместны картины и другие украшения. Однако они должны быть нейтральными, не отвлекающими на себя слишком много внимания. Не рекомендуются сюжетные полотна (особенно сцены битв, охоты), натюрморты, яркие кричащие абстрактные картины.

### Мебель

В служебном помещении и мебель должна быть офисной, рабочей – это аксиома. Каждому работнику должна быть выделена своя рабочая зона, имеющая свой дизайн и мебель. Что касается ее внешнего вида, то она может быть как стандартной, так и нестандартной или необычной. Главное – чтобы сотрудник чувствовал себя удобно и уютно. Выполненная на заказ мебель является оригинальной и красивой. Такой вариант выгоден еще и тем, что в дальнейшем, не нарушая общего стиля, вы сможете заказать и установить дополнительную мебель по своему эскизу. Главное при этом – ее эргономичность применительно к конкретному рабочему месту. Однако соблюдение эргономичности рабочего места часто не выполняется.

На рис. 43 показано конструктивное решение рабочего места, оборудованного компьютером с использованием универсальной компьютерной стойки.



*Рис. 43. Универсальная компьютерная стойка с низкими эргономическими свойствами*

Подобная универсальная стойка для компьютерного оборудования включает в себя небольшой стол, недорогую подставку для монитора, «скворечник» для системного блока и полочку для принтера. Поместить на нее еще что-нибудь, кроме персонального компьютера, практически невозможно. Анализ показывает, что единственный, кому удобно на такой мебели, – это сам компьютер. Белорусский, да и соседний российский мебельный рынок предлагает, к сожалению, не всегда качественные компьютерные столы различного производства. Обычно большинство покупателей персональных компьютеров, особенно те, кто приобретает его впервые, даже представления не имеют, на что его нужно ставить. Скудость моделей компьютерных столов в отечественных мебельных магазинах просто удивляет – там представлены либо стандартные столы для офиса, на которых не предусмотрено место для компьютера и периферии, либо компьютерная стойка, «не предполагающая» пользователя.

Сторонники подобного мебельного «шедевра» могут выдвинуть в его защиту такие аргументы, как невысокая цена и малые размеры. Первый довод обычно приводят продавцы, а второй – работодатели, но ведь ни тем, ни другим не придется сидеть за персональным компьютером долгими часами. Конечно же, нельзя сравнивать по стоимости стол и здоровье – они несоизмеримы. Впрочем, торговцев, стремящихся обеспечить высокий денежный оборот, понять можно. Да и хозяевам выгоднее арендовать небольшие помещения, и потому они, естественно, предпочитают мебель небольших размеров.

Как же наиболее рационально размещать индивидуальное рабочее место со столом в комнате? Рабочий стол должен стоять таким образом, чтобы естественное освещение падало слева, лучше в углу помещения, так как люди не любят иметь что-либо за спиной (в том числе и открытое пространство). Нежелательно его размещение прямо перед окном. В этом случае глаза человека, сидящего непосредственно перед окном, скорее утомляются, так как зрачок настраивается на освещенность неба. Часто у окна располагаются радиаторы отопления, поэтому голова будет находиться в зоне повышенной температуры.

## Цветы

Очень хорошо, если в комнате, где целый день работают сотрудники и бывают посетители, будут цветы. Важно, чтобы они были ухожены, пересажены в хорошие кашпо нейтральных цветов, не громоздки. Для цветов должны быть отведены отдельные места. Держать цветы на рабочих столах не рекомендуется. По мнению медиков, более предпочтительными являются розы и жасмин. Считается, что их ароматы стимулируют мышление, улучшают мозговое кровообращение. Человек, в комнате которого живут розы и жасмин, чувствует себя всегда бодрым, энергичным и здоровым, часто забывая про такие вещи, как утомляемость и плохое настроение.

Известны и растения-лекари. Например, сантолин кипарисовый рекомендуют людям при сердечно-сосудистых заболеваниях и гипертонии. Розмарин поможет тем, кто страдает заболеваниями дыхательной системы: хроническим бронхитом, пневмонией, бронхиальной астмой. Пеларгония душистая, или герань – хорошее лекарственное средство при расстройствах нервной системы, неврозах, бессоннице. Успокаивающее действие запаха герани на человека было замечено людьми еще в древности. Но мало завести у себя цветы – их надо еще правильно расставить, во-первых, растениям нужен свет, а во-вторых, они не любят сквозняков. Сквозняк к тому же выветрит полезные для здоровья человека эфирные масла.

### 13.6. Офис и рабочее место

Известно, что организация офиса и рабочего места прямо влияют на создание профессионального образа менеджера в глазах партнеров, потребителей, конкурентов. Это должно быть впечатление успешного и надежного профессионала, делового и эффективного руководителя. Но офис может показать фирму проблемной, а рабочее место сотрудника – как неорганизованного и некомпетентного менеджера. Традиционно офисное помещение представляло собой длинный коридор с рядами комнаток для работников по обе стороны. Это помогает сотрудникам сосредоточиться, но создает у них ощущение изоляции. Офисные помещения, которые возникли как реакция на упомянутые факторы, стали большими и открытыми, полными воздуха, света и зелени. На рис. 44, 45 показаны различные варианты планировки интерьера современного офиса как группового рабочего места [2, 47].

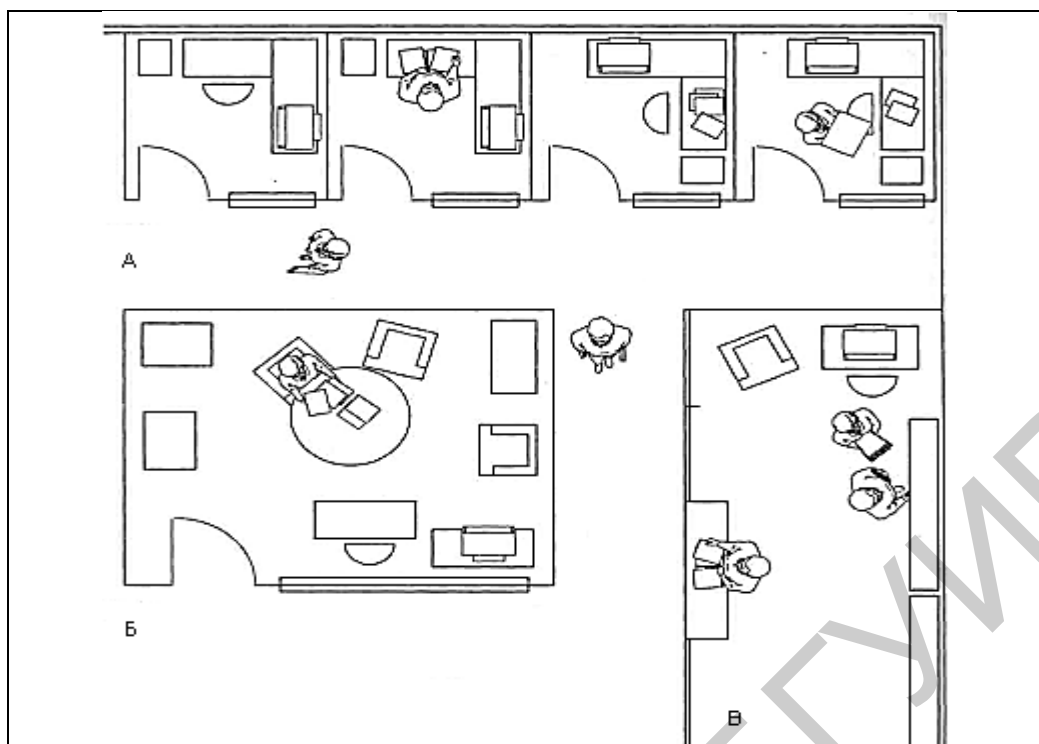


Рис. 44. Планировки офиса XXI в.:  
а – кабины; б – соседство; в – помещение для совместной деятельности

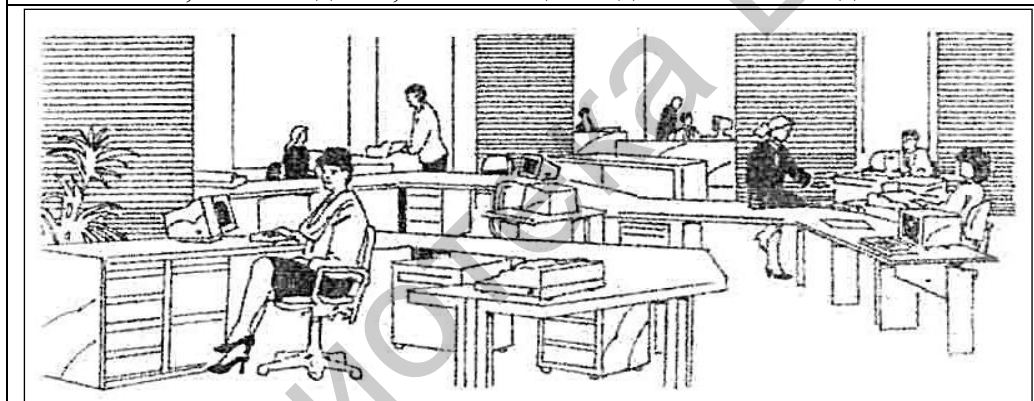


Рис. 45. Различные решения интерьера современного  
офиса как группового рабочего места

Положительный имидж руководителей, сотрудников и фирмы в целом через офис и рабочие места менеджеров проявляется в следующих элементах:

- современный офис, добротнo обставленный и эргономически грамотно организованный, безошибочно демонстрирует успешность фирмы и ее топ-менеджеров;
- офис, безупречно оформленный с точки зрения эстетики и дизайна, производит впечатление высокой культуры, хорошего тона, образованности, утонченности руководства;
- функциональное (удобно организованное) и эстетичное рабочее место, порядок на столе и в бумагах говорят о менеджере как о человеке надежном, пунктуальном, организованном и ответственном.

Поскольку уровень офиса многое говорит о состоянии фирмы и эффективности ее руководства, надо стремиться к тому, чтобы место, где менеджеры принимают клиентов и партнеров, производило наилучшее впечатление. Интерьер и атмосфера офиса должны повышать статус менеджера, а не снижать его.

Состояние рабочего места свидетельствует о деловой культуре и профессионализме менеджера. Неряшливое рабочее место наносит непоправимый урон имиджу человека и, следовательно, его профессиональному успеху. Известны рекомендации, которые позволяют не допустить нанесения ущерба имиджу менеджера ошибками в организации и использовании рабочего места. Рассмотрим четыре основные из этих рекомендаций [47]:

1. Воспринимайте свое рабочее место и свой офис как свой дом – сферу профессиональной жизни. Продумайте все мелочи с точки зрения хорошего тона и профессионального удобства. Все предметы должны быть подобраны так, чтобы подчеркнуть ваш имидж в смысле индивидуальности и профессионализма. Не притаскивайте на работу вещи случайные либо для того, чтобы избавить дом от надоевших безделушек.

2. Взгляните на свой офис глазами партнера или клиента. Позаботьтесь о хорошем впечатлении. Подумайте, как бы вы восприняли его хозяина. Приятно ли было бы вам иметь с ним дело.

3. Следите, чтобы в офисе всегда было чисто и приятно. Захламленный стол свидетельствует о беспорядке в делах и в голове хозяина. Неряшливость в бумагах говорит о деловой ненадежности партнера.

4. Если вам для работы одновременно необходимо много бумаг, устройте себе отдельную рабочую комнату. Если это невозможно, сделайте выдвижной бумажный ящик либо закрывающуюся полку. Современные офисно-канцелярские принадлежности вполне позволяют организовать работу с документами удобно и эстетично.

При оборудовании офиса целесообразно создать *три зоны*: 1) личной работы; 2) коллегиальной деятельности; 3) дружеского общения [2].

*1. Зона личной работы.* Она оборудуется с учетом параметров рабочего стола, удобной конструкции кресла, правильного освещения площади рабочего стола, рационального расположения компьютера и телефонов, наличия совершенного оргтехнического оборудования. Расположение всех предметов должно быть удобным для работы, создавать личный уют и вызывать общее положительное эстетическое восприятие.

*2. Зона коллегиальной деятельности.* Оборудуется с учетом потребностей фирмы в совещаниях и переговорах: «коллегиальный» стол и удобные стулья, бумага, ручки, необходимая техническая аппаратура, вода и стаканы и т. д. Для эстетического украшения «комнаты переговоров» не следует использовать громоздкие предметы искусства. Уместны 2–3 картины и немного живых комнатных растений.

*3. Зона дружеского общения.* В ней желательно иметь несколько удобных кресел, журнальный и обеденный столы, прохладительные напитки, кофе и чай. Своим оформлением эта зона должна располагать к неофициальному дру-



жескому общению и находиться в стороне от двух вышеназванных рабочих зон. Зону дружеского общения можно использовать также для кофе-пауз и в качестве обеденного помещения.

При оборудовании офиса следует учитывать интерпретацию мебели и интерьера в невербальном общении. Так, массивное кожаное кресло с высокой спинкой подчеркивает власть и авторитет его хозяина. Это же впечатление производит и более высокое (например, за счет длины ножек), чем у стульев для посетителей, расположение кресла хозяина кабинета.

В ходе делового общения в офисе имеет определенное значение и то, как менеджер и посетитель располагаются за стандартным прямоугольным столом. Психологи выделяют четыре варианта расположения собеседников за столом в офисе: «контакт», «сотрудничество», «официальность» и «независимость». Каждый из них отражает различное психологическое взаимодействие.

Библиотека БГУИР

## Тема 14. ЭРГОНОМИКА РАБОЧЕГО МЕСТА, ОБОРУДОВАННОГО КОМПЬЮТЕРОМ

### 14.1. Влияние компьютера на здоровье человека

Развитие и совершенствование компьютерной техники, ее все возрастающие возможности позволили ей за несколько последних десятилетий прочно занять место как в трудовой, так и в других сферах жизнедеятельности людей. Компьютерными терминалами в настоящее время оборудованы миллионы рабочих мест. Так, если еще три года назад ВЦИОМ России сообщал, что 5 % россиян вплотную «общаются» с компьютером в офисе и 19 % периодически работают или играют на нем. Сегодня активно пользуются достижениями техники более 50 млн жителей России. Постоянно растет число пользователей компьютеров среди женщин и школьников. В связи с этим важно иметь представление об опасностях и вредностях, с которыми сопряжена деятельность пользователей современными персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ), и знать меры, снижающие риск профессиональной и общей заболеваемости пользователей.

Проблемы, связанные с влиянием на здоровье длительной работы на компьютере, оказались в поле зрения специалистов еще в 1970-х гг., когда появилось сообщение о том, что у двух сотрудников редакции газеты New York Times обнаружена катаракта, причиной которой они сами считали работу за компьютерами. С тех пор зафиксировано много жалоб пользователей компьютерами на то, что изображение расплывается перед глазами, на усталость глаз и на изменившееся восприятие цветов. Организация Nine to Five, Национальная ассоциация работающих женщин США, открыла горячую телефонную линию, по которой принимаются жалобы пользователей компьютеров. За 2 месяца было зафиксировано более 3000 звонков, причем 17 % из них были связаны со зрением [2].

Негативное влияние работы на компьютере на здоровье пользователей обусловлено прежде всего повышенным зрительным напряжением, психологической перегрузкой (умственной, эмоциональной), длительным неизменным положением тела в процессе работы, т. е. статической нагрузкой костно-мышечного аппарата, динамическими локальными перегрузками мышц кистей рук, монотонностью труда. Негативное воздействие также оказывают некоторые эмиссионные физические факторы: электромагнитные излучения, статическое электричество, ультрафиолетовое и рентгеновское излучения (рис. 46). Перечисленные факторы могут явиться причиной ряда заболеваний человека: органов зрения, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, желудочно-кишечного тракта, кожных заболеваний и др.

При интенсивной каждодневной работе у операторов ПЭВМ могут развиваться профессиональные заболевания кистей рук – синдром запястного канала (ладони и запястья немеют, возникает чувство покалывания, ползания мурашек и онемения большого, указательного и среднего пальцев).

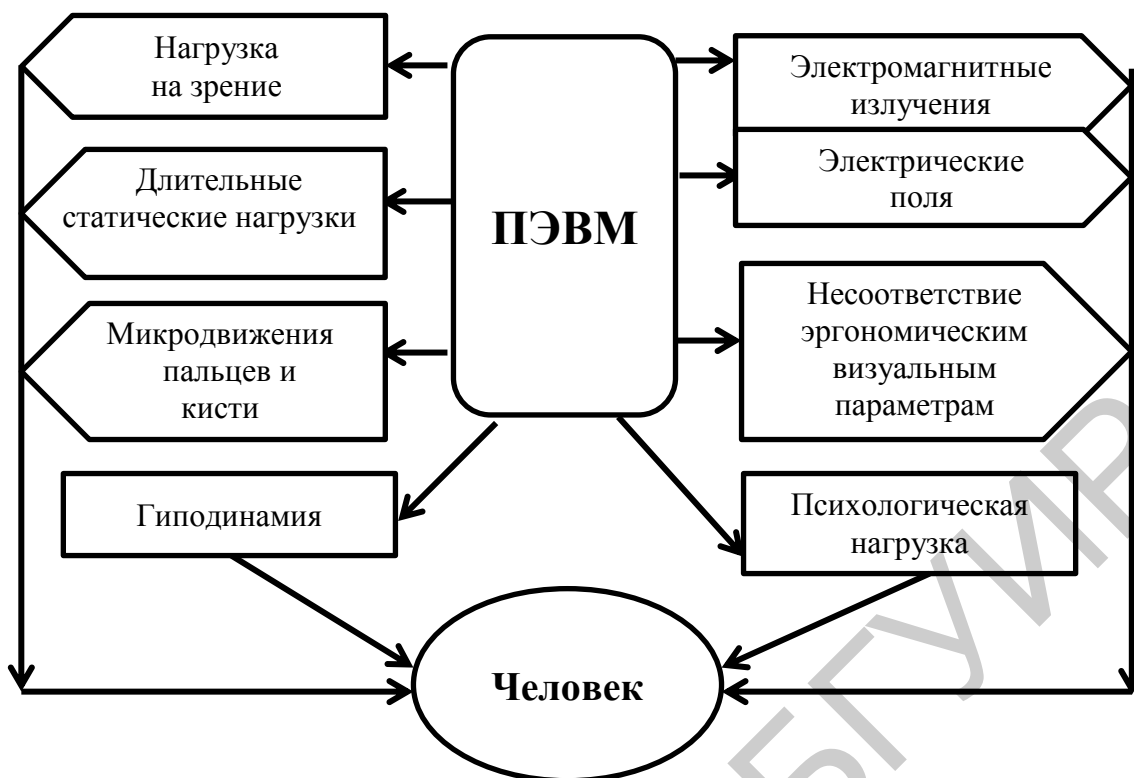


Рис. 46. Опасные и вредные факторы, воздействующие на пользователей ПЭВМ

В наибольшей степени подвержен этим опасностям детский организм. Симптомокомплекс психофизиологических реакций организма пользователей при длительной работе с ПЭВМ сейчас принято называть компьютерной болезнью, или синдромом стресса оператора дисплея. Согласно данным американских исследователей, примерно половина пользователей ПК жалуются на проявления этой болезни.

Кистевой туннельный синдром – болезненные ощущения в запястье – в течение десятилетий был одним из самых распространенных профессиональных заболеваний, которым страдали представители разных специальностей. Любая работа, требующая повторения одинаковых или сходных движений, может привести к этому болезненному, деформирующему пальцы и кисти рук поражению нервных окончаний. В свое время, когда от кистевого туннельного синдрома страдали преимущественно «голубые воротнички» (мясники, плотники, операторы пневматических бурильных установок и рабочие сборочных конвейеров), на него практически не обращали внимания.

По мере распространения компьютеров и «белые воротнички», в том числе журналисты и редакторы, стали жаловаться на характерные «стреляющие» боли в кистях рук и в предплечьях, сопровождаемые онемением пальцев и покалыванием в них. Тогда-то все и заговорили про кистевой туннельный синдром. Когда от него начали страдать и люди, имеющие доступ к средствам массовой информации, стали появляться статьи об этой новой, никому не известной болезни. Психологи и медики начали изучать ее, а Управление по охране труда США забило тревогу. Было установлено, что от профессиональных заболева-

ний, являющихся следствием повторяющихся однообразных движений, страдают более 2 млн работающих американцев, причем у многих симптомы приобретают такую форму, что облегчение приносит только хирургическое вмешательство, в результате которого уменьшается давление на травмированный нерв.

Результаты различных исследований свидетельствуют о том, что у женщин, которые во время беременности работают за компьютерами более 20 ч в неделю, выкидыши случаются чаще, чем у женщин, выполняющих другую канцелярскую работу. Опыты на животных говорят о существовании связи между низкочастотным, пульсирующим электромагнитным излучением, источником которого является компьютерный монитор, и выкидышами и врожденными дефектами у потомства, однако однозначных данных о влиянии этого излучения на беременных женщин нет. Некоторые пользователи компьютеров жалуются на частые боли в спине, физическую усталость и ухудшение зрения.

Однако Национальная Академия наук считает, что научные доказательства вредного влияния компьютеров на зрение отсутствуют, поскольку сравнительное изучение в США двух групп людей, выполняющих одну и ту же работу с помощью компьютеров и без них, не выявило никакой разницы между их жалобами на зрение.

Результаты проведенного в США исследования беременных женщин, выполняющих разную работу, свидетельствуют о том, что у женщин, занятых канцелярской работой, выкидыши случаются чаще, чем у женщин, занятых в сфере менеджмента или других сферах, требующих работы за компьютером примерно столько же времени. Возможно, причина заключается в том, что работа последних сопряжена с меньшими стрессами и приносит большее удовлетворение. Исследования, проведенные с участием беременных женщин в разных странах, не выявили убедительных доказательств того, что работа за компьютером увеличивает риск преждевременных родов или рождения неполноценного ребенка [28].

Психологи предполагают, что источником проблемы скорее становятся не компьютерные мониторы и их излучение, а способствующая стрессам атмосфера конвейера, на котором за компьютерами одновременно работают много операторов. У людей, занятых в производстве компьютерных чипов, есть и другие проблемы. Их труд потенциально опасен, ибо сопряжен с использованием мышьяка, цианидов, кислот и токсичных растворителей. Некоторые работники убеждены, что именно эти обстоятельства – причина головных болей и ослабления внимания, и высказывают опасения относительно отдаленных последствий контакта с этими вредными для здоровья химическими веществами. Результаты исследований, которыми мы сегодня располагаем, не подтверждают, но и не опровергают этих опасений. Однако многие компании предпочитают проявлять осторожность и переводят беременных женщин из цехов, выпускающих компьютерные чипы, на другие рабочие места. Некоторые предупреждают персонал о возможной опасности и предоставляют возможность сменить работу.

Защита здоровья женщин порождает проблему дискриминации. Есть компании, которые, практикуя так называемую охрану труда определенных категорий работников, не допускают женщин детородного возраста на определенные произ-

водства, в частности, это относится к цехам, в которых изготавливают компьютерные чипы, из страха перед судебным преследованием, если будет доказано, что подобная работа может быть причиной преждевременных родов, врожденных дефектов у детей и иных проблем со здоровьем.

Таким образом, если компьютерные терминалы и компьютерная мебель создаются без учета рекомендаций эргономики и инженерной психологии, люди страдают от физического напряжения и дискомфорта. Подобные неприятности не трудно предотвратить, если отнестись с должным вниманием к рекомендациям эргономистов, врачей и инженерных психологов.

Поэтому в разных странах стали разрабатываться рекомендации и нормы об использовании компьютеров на рабочих местах.

Так, например, одной из первых проявила инициативу администрация города Сан-Франциско (штат Калифорния, США), которая разработала закон об использовании компьютерных терминалов на рабочих местах, направленный на уменьшение таких негативных последствий работы на компьютерах, как мышечная усталость, напряжение глаз и травмы, связанные с выполнением однообразных, повторяющихся движений. Этот законодательный акт основан на рекомендациях инженерных психологов, в соответствии с которыми подобные рабочие места должны быть оборудованы регулируемым креслами, надлежащим освещением, а компьютеры – снабжены съемными клавиатурами и регулируемым экранами.

В России разработаны новые нормы для работы с компьютерами и прочей современной техникой (Сан-ПиН 2.2.2/2.4.1340-03), которые заметно приблизились к существующей реальности. В Республике Беларусь режимы труда и отдыха работающих за компьютером регламентируют СанПиН 9-131 РБ2000 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, электронно-вычислительным машинам и организации работы». Правда, они еще дальше «отодвинули» рекомендации врачей, обеспокоенных повальным многочасовым сидением населения перед дисплеями на работе и дома. Новый документ, по мнению специалистов Испытательной лаборатории Центра электромагнитной безопасности, является более «мягким и гибким» по сравнению с ранее действующими нормами и больше учитывает реалии современной жизни.

Так, например, некоторые прежде обязательные требования к режиму работы за компьютером переведены в разряд рекомендательных. Во многом это связано с тем, что при разработке прежних норм Российских гигиенических нормативов во многом использовали сугубо технические требования шведского стандарта MPR II. С одной стороны, полностью отказываться от них нецелесообразно, поскольку такие низкие значения интенсивности электромагнитного поля (далее – ЭМП), которые предусматривались прежними нормами, вполне реально соблюдать на практике, и никакого вреда от такого поля не возникнет в любой ситуации. Кроме того, под действующие нормативы уже разработана, выпускается и продается узкоспециализированная измерительная аппаратура.

С другой стороны, против этих нормативов выступили некоторые гигиенисты, которые совершенно справедливо заметили, что они не имеют ничего обще-

го с гигиеническими нормами. Ведь не было выполнено ни одного исследования, которое показало бы, что электромагнитные поля такой интенсивности не оказывают негативного влияния на здоровье. Сошлись на том, что требования к интенсивности ЭМП пока будут носить статус временных нормативов.

Опять же из-за недостатка достоверных научных данных работать за компьютером разрешили беременным женщинам. Исследований о вредном влиянии ЭМП на плод не проводили, западные научные «страшилки», на которых основывались при разработке прежних нормативов, порядком устарели в связи с созданием новых технических решений компьютеров и особенно мониторов. Поэтому теперь беременным женщинам разрешено трудиться за компьютером до 3 ч в смену. К сожалению, рекомендацию переводить беременных женщин на работу, не связанную с компьютером, многие наниматели не учитывали.

Кроме того, работникам, не имеющим регулярных перерывов для отдыха, через каждые 2 ч должна предоставляться возможность в течение 15 мин заниматься какой-либо иной работой.

Предварительный и последующие периодические медосмотры должны проходить лишь те пользователи, которые проводят за компьютером больше 50 % рабочего времени. К сожалению, о противопоказаниях для такой работы до сих пор ничего не сказано.

Нередко остроту вышеуказанных проблем можно уменьшить за счет правильной организации деятельности оператора, его рабочего места, улучшения освещения и применения более совершенных в эргономическом отношении технических средств.

## **14.2. Эргономика рабочего места, компьютера и дисплея**

Частые жалобы пользователей компьютеров на проблемы со зрением, общую физическую усталость и боли в запястьях, руках, плечах, шее и спине являются результатом отсутствия должного внимания к эргономике рабочего места, оборудованного компьютером, к тому, о чем постоянно напоминают инженерные психологи и эргономисты.

Площадь одного рабочего места для пользователя ПЭВМ должна составлять не менее 6 м<sup>2</sup>. По новым правилам при использовании компьютера с жидкокристаллическим или плазменным монитором площадь одного рабочего места можно уменьшить с 6 до 4,5 м<sup>2</sup>. При этом помещение должно быть оборудовано защитным заземлением. Расстояние между рабочими столами, на которых стоят мониторы, должно быть не меньше 2 м, а между боковыми поверхностями мониторов – не меньше 1,2 м. Также рекомендуется отгораживать компьютеры друг от друга перегородками высотой 1,5–2 м.

Столы, на которых размещаются компьютеры, и кресла, на которых сидят пользователи, нередко плохо приспособлены для многочасовой работы. Лучший выход из положения – регулируемые кресла, которые пользователь может настраивать согласно своему росту, весу и своей осанки. Уменьшить общую усталость

можно, если время от времени изменять позу, и регулируемое кресло подходит для этого как нельзя лучше.

Эргономические требования к стулу или креслу оператора на рабочем месте являются весьма обширными. Он должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию. Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений. Эргономические рекомендации по организации рабочего места с компьютером, приведены на рис. 47.

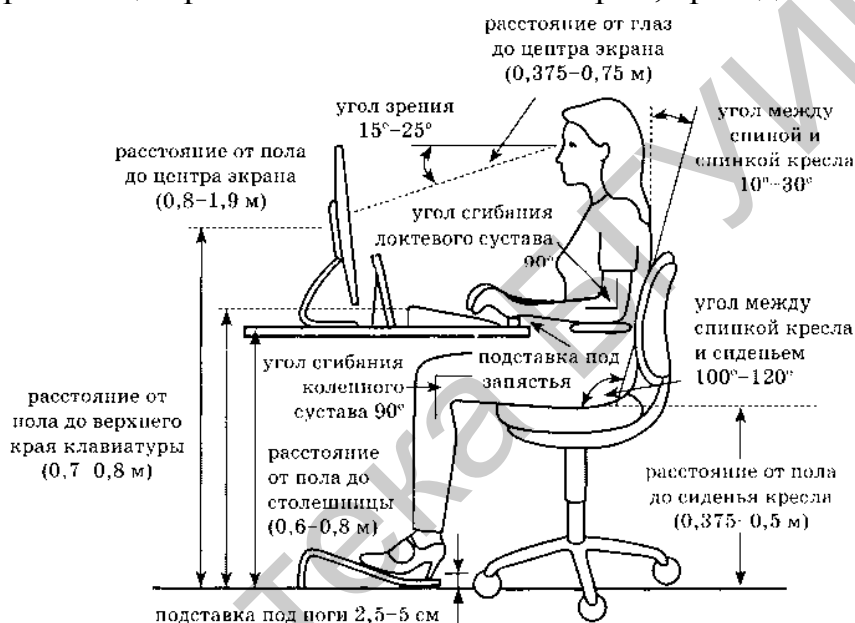


Рис. 47. Рекомендации по организации рабочего места пользователя компьютера

Конструируя или приобретая мебель, важно помнить о культурных различиях. Оказалось, что кресла для пользователей компьютеров, созданные в США и европейских странах, не годятся для жителей Сингапура. Среднестатистический азиат ниже ростом, и расстояние от локтя до кончиков пальцев у него меньше, отчего пользователи компьютеров в странах Азии и предпочитают кресла другой конструкции.

При работе с компьютером важное значение имеет рабочая поза. Приведем некоторые самые важные моменты:

- хороший офисный стул должен иметь пять ножек на колесиках, возможность регулировки высоты сиденья и угла наклона спинки (упора для спины и таза), а также покрытие, пропускающее воздух и впитывающее влагу;
- письменный стол (компьютерный стол для работы) должен иметь большую поверхность, не должен иметь острых углов и ящиков, расположенных посреди стола; цвет стола не должен быть слишком светлым или слишком темным;

о работая за столом, следует сидеть прямо, предплечья должны спокойно лежать на поверхности стола.

Размещение дисплея и клавиатуры на столах с регулируемым по высоте столешницами благоприятствует созданию более комфортных условий труда. Выбор такого угла наклона клавиатуры, который соответствует индивидуальным потребностям пользователя, уменьшает общую усталость и боли в спине. Оптимальным для работы на клавиатуре считается угол, равный 7–20°, поскольку сгибание запястий при таком наклоне минимально. Смотреть на экран компьютера лучше всего с расстояния 60–70 см, но не ближе 50 см.

Сравнительные испытания стандартной плоской клавиатуры и клавиатуры с регулируемым углом наклона к столу, проведенные при участии в качестве испытуемых опытных операторов, не выявили никаких различий между ними с точки зрения способности вызывать мышечно-суставные боли. Однако операторы, которые использовали подставки под запястья, меньше жаловались на боли в локтевых суставах и предплечьях, чем те, кто не пользовался ими.

Эргономика ПЭВМ во многом характеризуется требованиями к визуальным параметрам средств отображения информации при индивидуальном использовании дисплеем и к эмиссионным параметрам персонального компьютера (далее – ПК) – излучения дисплеев, системных блоков, источников питания и др.

Многочисленными гигиеническими и эргономическими исследованиями доказано, что важнейшим условием безопасности человека, находящегося перед экраном компьютера, является правильный выбор визуальных параметров дисплея и светотехнических условий рабочего места. Работа с дисплеями при неправильном выборе яркости и освещенности экрана, контрастности знаков, цветов знака и фона, при наличии бликов на экране, дрожании и мелькании изображения и подобных недостатках приводят к зрительному утомлению, головным болям, значительным физиологическим и психологическим нагрузкам, ухудшению зрения [2, 14, 28, 32].

Визуальные параметры и световой климат определяют зрительный дискомфорт, который может проявляться при использовании любых типов дисплеев: основанных на электронно-лучевых трубках (ЭЛТ), жидко-кристаллических, газоразрядных, электролюминесцентных панелях или на других физических принципах. Для надежного считывания информации и обеспечения комфортных условий ее зрительного восприятия работу с дисплеями следует проводить в случае длительной работы при оптимальных значениях основных визуальных эргономических параметров, в случае кратковременной работы – в предельно допустимых зонах.

Основными визуальными эргономическими параметрами, образующими первую группу, являются яркость изображения, внешняя освещенность экрана, угловой размер экрана, угловой размер знака, угол наблюдения экрана. К визуальным эргономическим параметрам второй группы относятся: неравномерность яркости, блики, мелькание, расстояние между знаками, словами, строками, геометрические и нелинейные искажения, дрожание изображения и др. (всего более 20 наиболее важных параметров).



Требования к основным визуальным эргономическим параметрам приведены в табл. 15 [14, 76].

Таблица 15

Основные визуальные эргономические параметры и диапазон их изменений

Наименование параметра	Диапазон значений параметра	
Яркость знака (яркость фона), кд/м <sup>2</sup>	10	10
Внешняя освещенность экрана, лк	100	500
Угловой размер экрана, угл. мин $a = \arctg (h/2 \cdot l)$ , где $h$ – высота знака; $l$ – расстояние от знака до глаза наблюдателя	16	60
Угол наблюдения	Не более +40° от нормы к любой точке экрана дисплея	

Цветовые параметры дисплеев подробно представлены в специальной литературе, например [14, 76, 79]. Поэтому приведем некоторые основные эргономические требования к цветовым параметрам дисплеев:

- количество цветов, воспринимаемых с экрана дисплея (включая цвет невозбужденного экрана), должно быть не менее двух для монохромных дисплеев и не менее шестнадцати для многоцветовых графических дисплеев;
- для многоцветовых дисплеев рекомендуется для знаков и фона выбирать цвета с наиболее удаленными координатами цветности;
- для текстовых сообщений, тонкой графики и другой информации, требующей высокого разрешения, не рекомендуется применять воспроизведение изображений в цветах синего участка спектра на темном фоне;
- цвета красного участка спектра рекомендуется выбирать для привлечения внимания пользования.

Жидкокристаллические (ЖК) мониторы имеют ряд достоинств по сравнению с мониторами на ЭЛТ. У них отсутствует искажение изображения (хотя несколько хуже цветопередача); они более компактные и легкие. В связи с отсутствием высокого напряжения ЖК-мониторам не свойственны электромагнитные и рентгеновские излучения, статическое электричество и положительная ионизация воздуха (не выделяется озон).

Во всех случаях для снижения уровня облучения монитор рекомендуется располагать на расстоянии не ближе 50 см от пользователя.

Дисплей на рабочем месте оператора должен располагаться так, чтобы изображение в любой его части было различимо без необходимости поднять или опустить голову. Сам дисплей должен быть установлен ниже уровня глаз оператора. Угол наблюдения экрана оператором относительно горизонтальной линии взгляда не должен превышать 60°, как показано на рис. 47. Уровень глаз при вертикально расположенном экране ПК должен приходиться на центр или 2/3 высоты экрана. Линия взора должна быть перпендикулярна плоскости экрана и оптимальное ее отклонение от перпендикуляра, проходящего через центр

экрана в вертикальной плоскости, не должно превышать  $\pm 5^\circ$ , допустимое –  $\pm 10^\circ$ . Источником напряжения зрения могут быть как плохая освещенность рабочего места, так и блики на экране дисплея. Минимизировать вредные последствия этих факторов можно, если использовать специальные «антибликовые» покрытия или защитные экраны.

Рабочее место с ПЭВМ должно иметь естественное и искусственное освещение. Показатели освещенности в зависимости от выполняемой работы согласно с правилами эргономики следующие: работа в архиве – 250–500 лк; работа за монитором компьютера – 300–500 лк; административная работа – 400–800 лк.

Естественное освещение должно осуществляться через световые проемы, ориентированные преимущественно на север и северо-восток, и обеспечивать коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1,5 %. Оконные проемы в помещениях с ПЭВМ должны быть оборудованы регулирующими устройствами типа жалюзи, занавесок, внешних козырьков и т. п. Свет из окна должен падать на дисплей слева. Дополнительно к этому необходим равномерный свет люминесцентных ламп и при работе с документами – светильников с лампами накаливания, в том числе галогенными или светодиодными. Светильники без рассеивателей и экранирующих решеток использовать нежелательно, поскольку они однозначно не годятся. Работая за монитором компьютера, не садитесь лицом к окну, так как это дает слишком большой контраст с дневным светом. Не садитесь также спиной к окну, так как при этом отблески дневного света на экране монитора будут слишком сильными. Лучше всего сидеть за компьютером параллельно окну.

Искусственное освещение должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В случаях преимущественной работы с документами в помещениях с ПЭВМ допускается применение системы комбинированного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения документов должна быть 300–500 лк, освещенность на пюпитре в вертикальной плоскости – не менее 300 лк. Для освещения в зоне расположения документов допускается установка светильников местного освещения. Местное освещение при этом не должно создавать бликов на поверхности экрана и увеличивать освещенность экрана более 300 лк.

Для снижения прямой и отраженной блескости в поле зрения оператора необходимо также использовать для местного освещения светильники с непрозрачивающим отражателем и защитным углом не менее  $40^\circ$ , размещать рабочий стол таким образом, чтобы оконный проем находился сбоку (справа или слева). При этом дисплей должен располагаться на поверхности стола справа или слева от оператора. Рабочий стол (или столы) размещают между рядами светильников общего освещения.

Общую освещенность рабочего помещения можно уменьшить, выкрасив стены в более темные тона. Располагающиеся над головой лампы «дневного» света можно заменить рассеянным светом. Все эти меры способны создать более комфортные условия для зрения пользователей компьютеров.

Корпус компьютера должен быть окрашен в спокойные, мягкие тона. Поверхность корпуса, клавиатуры и прочих устройств – матовая. Возможна окраска корпуса и клавиатуры в темные и светлые цвета. При темной клавиатуре буквы будут белого цвета, а при светлой – темного. Более благоприятным для восприятия является прямой контраст – темные буквы на светлом поле. Однако светлая клавиатура больше подвержена загрязнению. Цветовое решение латинских букв и кириллицы должно быть разного цвета, что улучшает и типизирует их распознаваемость.

Есть данные в пользу того, что текст, набранный на экране компьютера, люди читают медленнее, чем текст, напечатанный на бумаге. Многие люди лучше понимают смысл прочитанного, когда текст представлен на бумаге, а не на экране компьютера. В работе [14] это доказано на примере 113 студентов колледжа, которые отвечали на вопросы по двум журнальным статьям. Одна группа читала статьи с экрана, вторая получила «бумажный» вариант. Среди читателей «бумажных» версий оказалось больше тех, кто счел статьи интересными и убедительными, чем среди читателей компьютерных версий. Читатели «бумажных» версий продемонстрировали и лучшее понимание содержания статей.

Исследователи не выявили никаких специфических факторов – ни связанных с дисплеями, ни связанных с пользователями (например, такого фактора, как продолжительность работы за компьютером), которыми можно было бы объяснить этот феномен. Однако психологи полагают, что вышеприведенный фактор может быть, в частности, связан с качеством изображения на экране: величиной и формой символов, их четкостью и контрастностью по отношению к фону и др.

Исходя из этих и аналогичных результатов, эргономисты предположили, что большая часть жалоб пользователей компьютеров на проблемы со зрением обусловлена не самими компьютерными терминалами как таковыми, а другими компонентами оборудования и дизайном рабочих мест. Факторами, которые потенциально способны оказать вредное влияние на здоровье, признаны такие элементы оборудования, как цвет люминофора, использованного в кинескопе дисплея, размер экрана, степень мерцания символов на экране и скорость их генерирования. Поэтому эргономические свойства монитора, возможность их регулирования с учетом индивидуальных особенностей пользователей имеют важное значение.

Стремясь избавить пользователей компьютеров от кистевого туннельного синдрома, эргономисты все больше уделяют внимание конструкции мыши. Сегодня различные фирмы выпускают большое число конструктивных, эргономических и дизайнерских решений мыши, как традиционных, так и оригинальных.

Один из вариантов, известный под именем «Доктор Маус», по сути своей – джойстик, похожий на те, что используются в компьютерных играх. Созданный в Норвегии, где разработаны разные его версии для детей и взрослых (для маленьких рук и больших), «Доктор Маус» имеет кнопки, которые располагаются наверху и спереди. Производители данного вида мыши уверяют, что он уменьшает нагрузку на нервы и мышцы. Другой вариант мыши, так называемый «Кит», который можно удлинить примерно на 2 дюйма (около 5 см) по сравнению со стандартной мышью, позволяет работать не сгибая пальцев. По данным исследований Корнеллского университета, «Кит» уменьшает угол сгибания запястья и поэтому при работе с

ним основная нагрузка падает не на руку, а на плечо. Возможно, самая экзотическая альтернатива традиционной мыши – «Крысенок», управляемый ногой (Foot-Rat) – черный пластиковый чехол, надеваемый на стандартную мышь. С помощью эластичного ремешка он прикрепляется к одной туфле и перемещается по планшету, называемому «крысиным ковриком» (RatMat). Щелкающие клавиши (click buttons) мыши заменяет педаль, управляемая второй ногой.

### **Прием пищи за компьютером**

Прием пищи или напитков во время работы на компьютере отнюдь не редкость. Сидя за компьютером, вы путешествуете по Интернету или отправляете письмо по электронной почте – и вдруг роняете на клавиатуру еду. Крошки печенья, кусок пиццы или сыра... Или, что еще хуже, проливаете на нее кофе или лимонад. Чудо высоких технологий, которое коренным образом изменило не только наше рабочее место, но и сам стиль нашей жизни, этот шедевр дизайнерской и инженерной мысли может быть уничтожен диетической кока-колой!

По мере того как увеличивается число любителей поесть за компьютером или брать с собой ноутбуки в кафетерии, это превращается в серьезную проблему. Наша еда и напитки способны вывести из строя современную чувствительную электронику. Например, в Чикаго, в компании Ehexuscapse пришлось выбросить на помойку цифровой телефонный аппарат стоимостью 1000 дол. США после того, как одна сотрудница вылила на него чай со льдом. Больше всего электроника боится липких сладких жидкостей. Мало того, что они блокируют переключатели и клавиши, забивают просветы между ними, так они еще и привлекают всевозможных насекомых и грызунов. Одному чикагскому дезинсектору и дератизатору, чей бизнес, судя по всему, процветает, приписывают следующие слова: «В офисах становится все больше и больше мышей, тараканов и муравьев». Компания Amherst-MerrittInternational (Даллас, штат Техас, США) продвигает на потребительский рынок «презерватив» для компьютеров – примитивный пластиковый футляр под названием Safeskin, который призван защитить вашу клавиатуру от вредных для нее крошек.

Однако что делать тому, чья клавиатура уже пострадала? Есть ли надежда спасти ее? Вот что советует официальный представитель компании Gateway: «Отнесите клавиатуру в ванную комнату (разумеется, предварительно отключив ее) и устройте ей хороший теплый душ. Потом переверните, и пусть она так постоит недели две. Есть слабая надежда на то, что она снова заработает».

### **14.3. Требования по охране труда и технике безопасности при работе с ПЭВМ**

Требования по охране труда и технике безопасности при работе с ПЭВМ изложены в «Типовой инструкции по охране труда при работе с персональными электронно-вычислительными машинами» (далее – инструкция). Данная инструкция имеет межотраслевой характер, утверждена Постановлением Мини-

стерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 24.12.2013 №130 и устанавливает ряд требований безопасности для работников, использующих в работе ПЭВМ [48].

### **Общие требования по охране труда**

Межотраслевой типовой инструкцией по охране труда при работе с электронно-вычислительными машинами установлены следующие общие требования безопасности для работников, использующих в работе ПЭВМ.

1. К работе с ПЭВМ допускаются работники, не имеющие медицинских противопоказаний, прошедшие в установленном порядке медосмотр, инструктаж по вопросам охраны труда.

Женщинам со времени установления беременности и в период кормления грудью следует ограничить время работы с ПЭВМ до 3 ч за рабочую смену с учетом обеспечения оптимальных условий труда.

2. При работе с ПЭВМ на работников могут оказывать неблагоприятное воздействие следующие опасные и вредные производственные факторы:

- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- повышенный уровень ионизирующих излучений;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенная напряженность электростатического поля;
- повышенная или пониженная ионизация воздуха;
- повышенная яркость света;
- прямая и отраженная блескость;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- статические перегрузки костно-мышечного аппарата и динамические локальные перегрузки мышц кистей рук;
- перенапряжение зрительного анализатора;
- умственное перенапряжение;
- эмоциональные перегрузки;
- монотонность труда.

В зависимости от условий труда, в которых применяются ПЭВМ, и характера работы на работников могут воздействовать также другие опасные и вредные производственные факторы.

3. Организация рабочего места с ПЭВМ должна учитывать требования безопасности, удобство положения, движений и действий работника.

4. Рабочий стол с учетом характера выполняемой работы должен иметь достаточный размер для рационального размещения монитора (дисплея), клавиатуры, другого используемого оборудования и документов, поверхность, обладающую низкой отражающей способностью.

Клавиатура располагается на поверхности стола таким образом, чтобы пространство перед клавиатурой было достаточным для опоры рук работника (на расстоянии не менее чем 300 мм от края, обращенного к работнику).

Чтобы обеспечивалось удобство зрительного наблюдения, быстрое и точное считывание информации, плоскость экрана монитора располагается ниже уровня глаз работника предпочтительно перпендикулярно к нормальной линии взгляда работника (нормальная линия взгляда –  $15^\circ$  вниз от горизонтали).

Для исключения воздействия повышенных уровней электромагнитных излучений расстояние между экраном монитора и работником должно составлять не менее 500 мм (оптимальное 600–700 мм).

Применяемые подвижные подставки для документов (пюпитры) размещаются в одной плоскости и на одной высоте с экраном.

Рабочий стул (кресло) должен быть устойчивым, место сидения должно регулироваться по высоте, а спинка сиденья – по высоте, углам наклона, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья. Регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

Для тех, кому это удобно, предусматривается подставка для ног.

5. Рабочее место размещается таким образом, чтобы естественный свет падал сбоку (желательно слева).

Для снижения яркости в поле зрения при естественном освещении применяются регулируемые жалюзи, плотные шторы.

Светильники общего и местного освещения должны создавать нормальные условия освещенности и соответствующий контраст между экраном и окружающей обстановкой с учетом вида работы и требований видимости со стороны работника. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна составлять 300–500 лк.

Возможные мешающие отражения и отблески на экране монитора и другом оборудовании устраняются путем соответствующего размещения экрана, оборудования, расположения светильников местного освещения.

При рядном размещении рабочих столов расположение экранов видеомониторов навстречу друг другу из-за их взаимного отражения не допускается.

Для обеспечения безопасности работников на соседних рабочих местах расстояние между рабочими столами с мониторами (в направлении тыла поверхности одного монитора и экрана другого) должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями мониторов – не менее 1,2 м.

6. Для снижения уровня напряженности электростатического поля при необходимости применяются экранные защитные фильтры. При эксплуатации защитный фильтр должен быть плотно установлен на экране монитора и заземлен.

7. Для обеспечения оптимальных параметров микроклимата проводятся регулярное в течение рабочего дня проветривание и ежедневная влажная уборка помещений, используются увлажнители воздуха.

8. При работе с ПЭВМ обеспечивается доступ работников к первичным средствам пожаротушения, аптечкам первой медицинской помощи.

9. Работники при работе с ПЭВМ с учетом воздействующих на них опасных и вредных производственных факторов обеспечиваются средствами инди-

видуальной защиты в соответствии с типовыми отраслевыми нормами для соответствующих профессий и должностей.

10. При работе с ПЭВМ работники обязаны:

- соблюдать режим труда и отдыха, установленный законодательством, правилами внутреннего трудового распорядка организации, трудовую дисциплину, выполнять требования охраны труда, правил личной гигиены;
- выполнять требования пожарной безопасности, знать порядок действий при пожаре, уметь применять первичные средства пожаротушения;
- курить только в специально предназначенных для курения местах;
- знать приемы оказания первой помощи при несчастных случаях на производстве;
- сообщать о неисправностях оборудования и других замечаниях по работе с ПЭВМ непосредственному руководителю или лицам, осуществляющим техническое обслуживание оборудования.

11. Не допускается:

- выполнять работу, находясь в состоянии алкогольного опьянения либо в состоянии, вызванном употреблением наркотических средств, психотропных или токсических веществ, а также распивать спиртные напитки, употреблять наркотические средства, психотропные или токсические вещества на рабочем месте или в рабочее время;
- устанавливать системный блок в закрытых объемах мебели, непосредственно на полу;
- использовать для подключения ПЭВМ розетки, удлинители, не оснащенные заземляющим контактом (шиной).

12. Работники, не выполняющие требования настоящей инструкции, привлекаются к ответственности согласно законодательству.

### **Требования по охране труда перед началом работы**

13. Перед началом работы с ПЭВМ работник обязан:

13.1. проветрить рабочее помещение;

13.2. проверить:

- устойчивость положения оборудования на рабочем столе;
- отсутствие видимых повреждений оборудования;
- исправность и целостность питающих и соединительных кабелей, разъемов и штепсельных соединений, защитного заземления (зануления);
- исправность мебели;

13.3. отрегулировать:

- положение стола, стула (кресла), подставки для ног, клавиатуры, экрана монитора;
- освещенность на рабочем месте (при необходимости включить местное освещение);

13.4. протереть поверхность экрана монитора, защитного фильтра (при его наличии) сухой мягкой тканевой салфеткой;

13.5. убедиться в отсутствии отражений на экране монитора, встречного светового потока;

13.6. включить оборудование ПЭВМ в электрическую сеть, соблюдая следующую последовательность: стабилизатор напряжения (если он используется), блок бесперебойного питания, периферийные устройства (принтер, монитор, сканер и другие устройства), системный блок.

14. Запрещается приступать к работе при:

- мелькании изображения на экране монитора;
- обнаружении неисправности оборудования;
- наличии поврежденных кабелей или проводов, разъемов, штепсельных соединений;
- отсутствии или неисправности защитного заземления (зануления) оборудования.

### **Требования по охране труда при выполнении работы**

15. Во время работы с ПЭВМ работник обязан:

- соблюдать требования охраны труда, установленные настоящей инструкцией;
- содержать в порядке и чистоте свое рабочее место;
- держать открытыми вентиляционные отверстия оборудования;
- соблюдать оптимальное расстояние от экрана монитора до глаз.

16. Работу за экраном монитора следует периодически прерывать на регламентированные перерывы, которые устанавливаются для обеспечения работоспособности и сохранения здоровья, или заменять другой работой с целью сокращения рабочей нагрузки у экрана.

17. Время регламентированных перерывов в течение рабочего дня (смены) устанавливается в зависимости от его (ее) продолжительности, вида и категории трудовой деятельности, согласно табл. 16.

При 8-часовой рабочей смене и работе с ПЭВМ регламентированные перерывы устанавливаются:

- для I категории работ через 2 ч от начала рабочей смены и через 2 ч после обеденного перерыва продолжительностью 15 мин каждый;
- для II категории работ через 2 ч от начала рабочей смены и через 1,5–2 ч после обеденного перерыва продолжительностью 15 мин каждый или продолжительностью 10 мин через каждый час работы;
- для III категории работ через 1,5–2 ч от начала рабочей смены и через 1,5–2 ч после обеденного перерыва продолжительностью 20 мин каждый или продолжительностью 15 мин через каждый час работы.

При 12-часовой рабочей смене и работе с ПЭВМ регламентированные перерывы устанавливаются в первые 8 ч работы, аналогично перерывам при 8-часовой рабочей смене, а в течение последних 4 ч работы, независимо от категории и вида работ, каждый час продолжительностью 15 мин.

Установлены следующие виды трудовой деятельности: *группа А* – работа по считыванию информации с экрана ПЭВМ с предварительным запросом;



группа Б – работа по вводу информации; группа В – творческая работа в режиме диалога с ПЭВМ.

При выполнении в течение рабочего дня работ, относящихся к разным группам, за основную работу с ПЭВМ следует принимать такую, которая занимает не менее 50 % времени в течение рабочего дня (смены).

Таблица 16

Время регламентированных перерывов в течение рабочего дня (смены) в зависимости от его (ее) продолжительности, вида и категории трудовой деятельности

Категория работы с ПЭВМ	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ с ПЭВМ			Суммарное время регламентированных перерывов, мин	
	группа А, количество знаков	группа Б, количество знаков	группа В, ч	при 8-часовой смене	при 12-часовой смене
I	До 20 000	До 15 000	До 2,0	30	70
II	До 40 000	До 30 000	До 4,0	50	90
III	До 60 000	До 40 000	До 6,0	70	120

18. При работе с ПЭВМ в ночную смену (с 22.00 до 6.00) независимо от категории и вида трудовой деятельности суммарная продолжительность регламентированных перерывов увеличивается на 60 мин.

19. Продолжительность непрерывной работы с ПЭВМ без регламентированного перерыва не должна превышать 2 ч.

20. Во время регламентированных перерывов для снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, улучшения функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной систем, а также мышц плечевого пояса, рук, спины, шеи и ног целесообразно выполнять физкультурные минутки.

Работникам с высоким уровнем напряженности труда во время регламентированных перерывов и в конце рабочего дня показана психологическая разгрузка в специально оборудованных комнатах психологической разгрузки.

21. С целью уменьшения отрицательного влияния монотонности необходимо применять чередование операций.

22. При работе с текстовой информацией следует отдавать предпочтение физиологически наиболее оптимальному режиму представления черных символов на белом фоне.

23. Не следует оставлять оборудование включенным без наблюдения. При необходимости прекращения на некоторое время работы корректно закрываются все активные задачи и оборудование выключается.

24. При работе с ПЭВМ не разрешается:

- при включенном питании прикасаться к панелям с разъемами оборудования, разъемам питающих и соединительных кабелей, экрану монитора;

- загромождать верхние панели оборудования, рабочее место бумагами, посторонними предметами;
- производить переключение, отключение питания во время выполнения активной задачи;
- допускать попадание влаги на поверхность оборудования;
- включать сильно охлажденное (принесенное с улицы в зимнее время) оборудование;
- производить самостоятельно вскрытие и ремонт оборудования;
- вытирать пыль на включенном оборудовании;
- допускать нахождение вблизи оборудования посторонних лиц.

### **Требования по охране труда по окончании работы**

25. По окончании работы работник обязан:

- корректно закрыть все активные задачи;
- извлечь магнитные носители (дискеты, диски, флеш-носители);
- выключить питание системного блока;
- выключить питание всех периферийных устройств;
- отключить блок бесперебойного питания;
- отключить стабилизатор напряжения (если он используется);
- отключить питающий кабель от сети;
- осмотреть и привести в порядок рабочее место;
- при необходимости протереть поверхности периферийных устройств, осуществить влажную уборку и вымыть с мылом руки.

#### **14.4. Организация труда оператора при использовании компьютера**

Известно, что у человека, который длительное время работает за монитором, появляются усталость, боли в глазах, пояснице, руках, в области шеи, головные боли. В результате человек становится раздражительным, у него нарушается сон. Этого можно избежать, если правильно организовать работу.

Как уже отмечалось, Министерство труда и социальной защиты утвердило Межотраслевую типовую инструкцию по охране труда при работе с персональными компьютерами. Наряду с этим в Республике Беларусь режимы труда и отдыха работающих за компьютером регламентируются СанПиН 9-131 РБ2000 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, электронно-вычислительным машинам и организации работы». Эти два документа в определенной мере повторяют требования по организации труда и не противоречат друг другу. Однако вопросы организации труда оператора при использовании компьютера, по нашему мнению, более четко прописаны именно в СанПиН 9-131 РБ2000. Поэтому также приведем эти требования.

Регламентированные перерывы устанавливаются в зависимости от категории тяжести и напряженности при работе на компьютере.

Санитарные правила предусматривают три категории:

- 1-я категория: считывание информации – до 20 000 знаков, или ввод ин-

формации до 15 000 знаков, или творческая работа в режиме диалога с ЭВМ – до 2 ч в смену;

- 2-я категория: считывание информации – до 40 000 знаков, или ввод информации – до 30 000 знаков, или творческая работа в режиме диалога с ЭВМ – до 4 ч в смену;

- 3-я категория: считывание информации – до 60 000 знаков, или ввод информации до 40 000 знаков, или творческая работа в режиме диалога с ЭВМ – до 6 ч в смену.

Для оператора при 8-часовом рабочем дне и работе за компьютером должны устанавливаться следующие регламентированные перерывы:

- для 1-й категории работ – через 2 ч от начала рабочей смены и через 2 ч после обеденного перерыва продолжительностью 15 мин каждый. Суммарное время регламентированных перерывов составляет 30 мин;

- для 2-й категории работ – через 2 ч от начала рабочей смены и через 1,5–2 ч после обеденного перерыва продолжительностью 15 мин или продолжительностью 10 мин после каждого часа работы. Суммарное время регламентированных перерывов составляет 50 мин;

- для 3-й категории работ – через 1,5–2 ч от начала рабочей смены и через 1,5–2 ч после обеденного перерыва продолжительностью 20 мин или продолжительностью 15 мин после каждого часа работы. Суммарное время перерывов составляет 70 мин.

При 12-часовом рабочем дне или работе в ночную смену действуют уже другие нормы.

Во время перерыва для снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, предотвращения развития статического утомления Санитарные нормы рекомендуют выполнять комплексы упражнений, которые изложены в приложениях к ним. Регламентированные перерывы включаются в рабочее время и не влияют на продолжительность обеда.

#### **14.5. Профилактика утомления при работе с персональным компьютером**

При постоянном использовании компьютера рекомендуется ряд мер по профилактике утомления и устранению возможных негативных последствий для здоровья человека, например, ухудшения зрения.

##### **Рекомендуемые комплексы упражнений для глаз**

Упражнения выполняются сидя или стоя, спиной к экрану, при ритмичном дыхании с максимальной амплитудой движения глаз.

##### *Вариант 1*

1. На счет 1–4 закрыть глаза, сильно напрягая глазные мышцы. На счет 1–6 раскрыть глаза, расслабив мышцы глаз, посмотреть вдаль. Повторить 4–5 раз.

2. На счет 1–4 посмотреть на переносицу и задержать взор. До усталости глаза не доводить. На счет 1–6 открыть глаза, посмотреть вдаль. Повторить 4–5 раз.

3. На счет 1–4, не поворачивая головы, посмотреть направо и зафиксировать взгляд. На счет 1–6 посмотреть прямо вдаль. Аналогичным образом проводятся упражнения, но с фиксацией взгляда влево, вверх и вниз. Повторить 3–4 раза.

4. Быстро перевести взгляд по диагонали: направо вверх – налево вниз. Посмотреть прямо вдаль; затем налево – вверх, направо – вниз и посмотреть вдаль. Повторить 4–5 раз.

#### *Вариант 2*

1. На счет 1–4 закрыть глаза, не напрягая глазные мышцы. На счет 1–6 широко раскрыть глаза и посмотреть вдаль. Повторить 4–5 раз.

2. На счет 1–4 посмотреть на кончик носа. На счет 1–6 перевести взгляд вдаль. Повторит 4–5 раз.

3. Не поворачивая головы (голова прямо), делать медленно круговые движения глазами вверх – вправо – вниз – влево и в обратную сторону: вверх– влево – вниз – вправо. Затем посмотреть вдаль. Повторить 4–5 раз.

4. На счет 1–4, не поворачивая головы, перевести взгляд вверх и зафиксировать его, на счет 1–6 прямо. Аналогичным образом проводится упражнение с фиксацией взгляда вниз – прямо, вправо – прямо, влево – прямо. Прodelать движение по диагонали в одну и другую стороны с переводом глаз на счет 1–6 прямо. Повторить 3–4 раза.

#### *Вариант 3*

1. Голову держать прямо. Поморгать, не напрягая глазные мышцы.

2. Не поворачивая головы (голова прямо) с закрытыми глазами, на счет 1–4 посмотреть направо, затем налево, на счет 1–6 прямо. На счет 1–4 поднять глаза вверх, опустить вниз, на счет 1–6 перевести взгляд прямо. Повторить 4–5 раз.

3. На счет 1–4 посмотреть на указательный палец, удаленный от глаз на расстояние 25–30 см. На счет 1–6 перевести взгляд вдаль. Повторить 4–5 раз.

4. В среднем темпе проделать 3–4 круговых движения в правую сторону, столько же в левую сторону и, расслабив глазные мышцы, посмотреть вдаль. Повторить 1–2 раза.

### **Комплексы упражнений для снятия общего утомления**

#### *Вариант 1*

1. Исходное положение (далее – и. п.) – стойка, ноги на ширине плеч, руки вдоль туловища (далее – основная стойка). На счет 1–2 встать на носки, руки вверх наружу, потянуться за руками. На счет 3–4 – руки дугами в стороны и вниз, расслабленно скрестить перед грудью, голову наклонить вперед. Повторить 6–8 раз. Темп быстрый.

2. И. п. – стойка, ноги врозь, руки вперед. На счет 1 – поворот туловища направо, мах левой рукой вправо, правой назад за спину. На счет 2 – и. п. На счет 3–4 – то же в другую сторону. Упражнения выполняются размашисто, динамично. Повторить 6–8 раз. Темп быстрый.

3. И. п. – основная стойка. На счет 1 – согнуть правую ногу вперед и, обхватив голень руками, притянуть ногу к животу. На счет 2 приставить ногу, ру-

ки вверх наружу. На счет 3–4 то же другой ногой. Повторить 6–8 раз. Темп средний.

#### *Вариант 2*

1. И. п. – основная стойка. На счет 1–2 – два круга руками дугами вовнутрь в лицевой плоскости. На счет 3–4 – то же, но круги наружу. Повторить 4–6 раз. Темп средний.

2. И. п. стойка ноги врозь, правую руку вперед, левую на пояс. На счет 1–3 – круг правой рукой вниз в боковой плоскости с поворотом туловища направо. На счет 4 – заканчивая круг, правую руку на пояс, левую вперед. То же в другую сторону. Повторить 4–6 раз. Темп средний.

3. И. п. – основная стойка. На счет 1 – с шагом вправо, руки в стороны. На счет 2–3 – два пружинящих наклона вправо. Руки на поясе. На счет 4 – и. п. На счет 1–4 – то же влево. Повторить 4–6 раз в каждую сторону. Темп средний.

#### *Вариант 3*

1. И. п. – стойка ноги врозь. На счет 1 – руки назад. На счет 2–3 – руки в стороны и вверх, встать на носки, на счет 4 – расслабляя плечевой пояс, руки вниз с небольшим наклоном вперед. Повторить 4 – 6 раз. Темп медленный.

2. И. п. – стойка ноги врозь, руки согнутые вперед, кисти в кулаках. На счет 1 – поворотом туловища налево «удар» правой рукой вперед. На счет 3–4 – то же в другую сторону. Повторить 6–8 раз. Дыхание не задерживать.

### **14.6. Эргономика и дизайн офиса и рабочего места, оснащенного компьютером**

Оказавшись внутри рабочего помещения, где расположены компьютеры, мы обнаруживаем ряд его особенностей, которые вызывают у людей неудовлетворенность и фрустрацию (конфликтное эмоциональное состояние человека).

Площадь офиса и его дизайн, организация рабочих мест работников имеют самое непосредственное отношение к удовлетворенности персонала и производительности его труда. Один из источников жалоб – плохая вентиляция, духота и плохая работа системы кондиционирования воздуха в зданиях со стеклянными стенами и не открывающимися окнами. Как правило, на солнечной стороне здания слишком жарко, а на теневой – слишком холодно. Необходимо, чтобы в офисные помещения поступал солнечный свет. Требования к освещенности зависят от характера выполняемой работы, от помещения, в котором приходится работать, и от возраста сотрудников. Пожилым требуется более высокая освещенность, чем молодым. Эргономически обоснован образец помещения, которое хорошо освещено светильниками, размещенными под потолком, и имеет настольные офисные лампы на рабочих местах.

К другим источникам раздражения относятся медленные лифты в зданиях, особенно повышенной этажности, качество пищи в кафетерии компании и плохо оборудованные комнаты отдыха. Когда несколько рабочих мест располагаются рядом, это отразится на поведении работников, которые будут рассматривать случайные встречи с коллегами как способ получения информации и обмена ею. Чем ближе

расположены их офисы, тем более вероятны их встречи в течение рабочего дня. Физическая разобщенность, возникающая, когда кабинеты работников находятся на разных этажах здания, уменьшает количество контактов. Однако в этом случае растет число неформальных встреч некоторых сотрудников (совместные перекуры, беседы и т. д.).

На рабочие отношения способна повлиять и величина здания. Чем оно меньше, тем теснее контакты между работниками. В очень больших офисных зданиях, где работники редко общаются друг с другом, их отношения становятся более формальными и безличными. Все эти факторы, ни один из которых не имеет непосредственного отношения к исполнению служебных обязанностей, тем не менее способны уменьшить эффективность труда.

Неудачное географическое расположение организации, плохой дизайн или неудобное взаимное расположение рабочих помещений могут ухудшить моральный климат и усилить негативные установки. На рис. 48 приведено в качестве примера так называемое «ландшафтное» решение офиса, которое благоприятствует автономной деятельности работников, но не препятствует общению друг с другом и социальным контактам. Однако при плохой организации работы в таких помещениях часто шумно, что мешает людям сосредоточиться на своей работе.

Важно, чтобы в рабочее помещение поступал свежий воздух. Влажность воздуха должна быть от 40 до 70 %. Существуют специальные измерители влажности. Если помещение слишком влажное, то уменьшается потоотделение человека, из-за чего в помещении становится душно. Слишком сухое помещение может вызывать раздражение слизистых оболочек, дыхательных путей и глаз. Помните, что при влажности ниже 30 % возрастает электризация, и во время прикосновения к металлическим предметам могут проскакивать искры. Скорость движения воздуха в помещении не должна превышать 2 см/с. Более быстрое движение воздуха приводит к простудам. В зависимости от времени года температура рабочих помещений может колебаться в диапазоне от 19 до 23°. Если в помещении слишком жарко, снижается работоспособность, увеличивается вероятность ошибок.

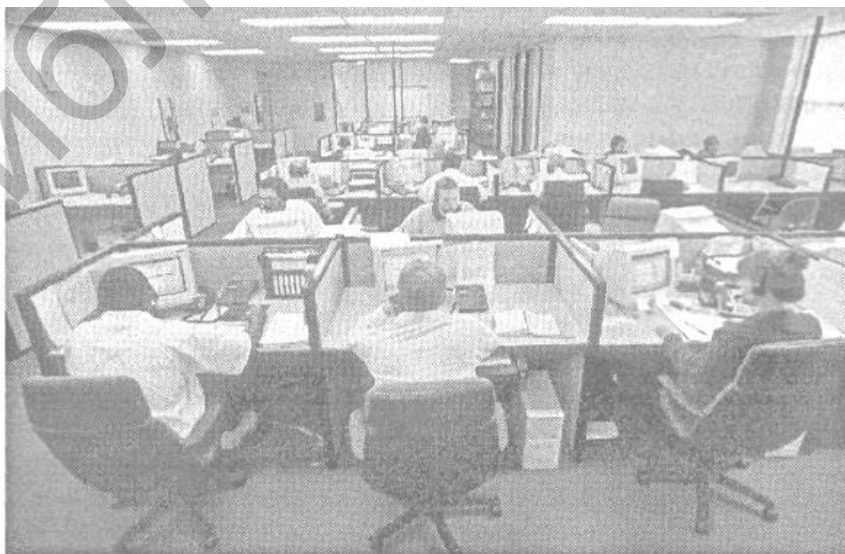


Рис. 48. Ландшафтные офисы, не имеющие никаких перегородок

Помните, что курение вредно как для курильщиков, так и для людей, находящихся с ними в одном помещении. Если отказаться от курения невозможно, то стоит ввести перерывы для курения.

Интенсивность шума, измеряемая в децибелах, в помещении не должна превышать 30–45 дБ. Разговоры, шум от офисной техники, телефонные звонки определяют количество децибел. Для сравнения: шум проезжающего рядом мопеда создает звук 80 дБ, шепот на близком расстоянии – 20 дБ. Офисные звуки и звуки извне не должны превращаться в сильный шум.

Эргономика и дизайн рабочего места имеют решающее значение особенно для инвалидов, поскольку некоторые должности оказываются недоступными им не потому, что они недостаточно образованны для них, а потому, что им просто не добраться до рабочего места. Лестничные пролеты, узкие дверные проемы и плохо оборудованные комнаты отдыха могут оказаться для инвалида непреодолимым препятствием. Например, законодательством США установлено, что все части здания должны быть доступны людям в инвалидных колясках. Это означает реконструкцию интерьеров промышленных и офисных зданий, в том числе модификацию конструкции автоматических дверей, порогов и лифтов, дверных ручек, расширение дверных проемов и коридоров и установку телефонов-автоматов и переговорных устройств на высоте, доступной для инвалидов-колясочников.

Результаты опросов свидетельствуют о том, что 60 % этих необходимых изменений стоят менее 100 дол. США, а 90 % – менее 1000 дол. США. Многих инвалидов вполне устраивают существующие офисы, и им не требуются никакие изменения. Корпорация IBM, которая уже в течение более 40 лет принимает на работу инвалидов, стала лидером в перепроектировании рабочих мест и создании максимальных удобств для таких сотрудников.

## Тема 15. ИНФОРМАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Свойства любой машины сильнее, чем свойства материала, влияют на деятельность оператора, потому что он непосредственно с ней взаимодействует во время работы. Чем сложнее, мощнее и подвижнее машина, чем меньше устойчивость режимов ее работы и хуже управляемость, тем выше нервно-психическое напряжение и эмоциональное возбуждение оператора, тем совершеннее должны быть его знания, навыки и умения, тем больше от него требуется общих и профессиональных способностей и тем опаснее ошибки оператора.

Информационное взаимодействие человека-оператора и технических средств деятельности в СЧМС осуществляется с помощью средств отображения информации и органов управления, которые совместно со вспомогательным оборудованием размещаются на его рабочем месте.

Средства отображения информации, сигнализирующие оператору о ходе переработки материала, режимах работы машины и результатах управляющих воздействий на нее, влияют на деятельность оператора тем больше, чем сложнее технологический процесс и чем выше скорость работы машины. Недостаточная индикация, дающая оператору мало информации, повышает его нервно-психологическую напряженность. Чрезмерно высокая частота сигналов увеличивает процент ошибок. Плохая различимость сигналов из-за помех удлиняет время их обнаружения, замедляет переработку информации и переход к следующим операциям.

### 15.1. Средства отображения информации

С помощью СОИ человек-оператор получает осведомительную информацию о состоянии объекта управления. *Средства отображения информации* – это элементы рабочего места оператора, предназначенные для формирования информационной модели управляемого объекта путем предъявления оператору сигналов о текущих параметрах управляемого объекта, показателях окружающей среды, состоянии каналов связи и вспомогательных устройств и т. п. На основе восприятия информационной модели у оператора формируется образ – оперативная концептуальная модель реальной обстановки [4, 5, 6].

Конкретные типы СОИ, их количество и способы взаимного размещения выбираются с учетом особенностей работы анализаторов человека (прежде всего зрительного), закономерностей формирования оперативного образа объекта управления, характера функций оператора в системе «человек – машина – среда», последовательности и степени важности выполняемых операций, требуемой скорости и точности работы.

При решении вопроса о выборе СОИ по признаку их модальности необходимо учитывать следующее: а) зрительные сигналы могут одновременно передать чело-



веку-оператору до 3,25 бит; б) тактильно-вибрационные – 2,0–2,8 бит; в) акустические – 2,0–2,2 бит; г) вкусовые – 1,9 бит информации [6, 76].

В настоящее время посредством визуальных СОИ передается основная часть информации – до 90 %. Однако иногда более целесообразным является применение акустических сигналов. Возможно и совместное использование СОИ и акустических сигналов. Применение акустических сигналов (включая речевой) рекомендуется делать в следующих случаях [5, 65]:

1) если информация, подлежащая обработке, простая, краткая и требует немедленной реакции;

2) если применение визуальной информации ограничено из-за информационной перегрузки оператора или особых условий его работы (необходимость перемещений оператора, низкая или очень высокая освещенность и т. п.);

3) если необходима или желательна голосовая связь и т. д.

*Акустические сигналы* могут передаваться в виде определенных звуков, являющихся кодом, или в речевой форме.

*Речевые сигналы* имеют предпочтение перед звуковыми в следующих случаях [6]:

- сообщение сложное;
- необходимо иметь возможность опознать источник сообщения;
- слушатель (оператор) специально не натренирован понимать значение закодированных сигналов;
- необходим быстрый двусторонний обмен информацией;
- сообщение относится к будущему времени и требует подготовительных операций;
- возможны ситуации большой психической напряженности, в которых нельзя поручиться за точность и своевременность декодирования сигналов оператором.

Речевые сигналы часто используются в качестве сигналов предупреждения. В последнее время в связи с успехами в создании устройств для синтеза речи такие сигналы начинают находить применение и для представления различной речевой информации оператору. Основные требования к сигналам, формируемым синтезаторами речи, заключаются в следующем. Уровень речевых сигналов должен быть на 10–20 дБ выше уровня помех в месте расположения оператора, принимающего этот сигнал. Голос, используемый для записи речевых сигналов, должен быть хорошо различимым. Сообщения целесообразно произносить беспристрастным и спокойным голосом. Слова в сообщении должны быть разборчивыми, соответствующими смыслу ситуации и краткими [50, 76].

Средства отображения информации классифицируются по ряду признаков [2, 6, 7]. Классификация средств отображения информации показана на рис. 49.



Рис. 49. Классификация средств отображения информации

1. По модальности сигнала СОИ бывают *визуальные, акустические и тактильные*.

2. По **функции выдаваемой информации** СОИ делятся на *командные (целевые) и ситуационные*. *Командные СОИ* отображают цель управления и дают сведения о необходимых действиях для ее достижения, информируют о степени отклонения управляемого процесса от заданных значений. Такими индикаторами являются, например, командные табло («Идите», «Стойте» и т. п.), судовой телеграф задания хода или числа оборотов двигателя и т. д. *Ситуационные* индикаторы отображают, главным образом, сигналы о состоянии объекта или процесса, дают информацию об отношении хода технологического процесса к программе, а также обрисовывают ситуацию в целом. Примером индикаторов такого типа может служить датчик температуры в доменной печи или счетчик числа оборотов двигателя.

3. По **способу использования показаний** СОИ разделяются на три группы:

а) для *контрольного (проверочного) чтения*: с помощью таких индикаторов оператор решает задачу типа «да – нет», например, работает машина или нет, в норме или нет какие-либо параметры и т. п.;

б) для *качественного чтения*: подобные индикаторы дают информацию о направлении изменения управляемого параметра, например, возрастает он или падает; если отклоняется, то в какую сторону, и т. д.;

в) для *количественного чтения*: такие индикаторы передают информацию в виде численных значений (в аналоговой или цифровой форме). К этой группе относится абсолютное большинство используемых приборов и индикаторов.

4. По **форме сигнала**, т. е. по отношению его свойств к свойствам объекта, различают абстрактные и изобразительные СОИ.

В *абстрактных СОИ* сигналы передаются в виде символов (цифр, букв, геометрических фигур и др.), отображающих в закодированном виде состояние объекта. Выбор символов определяется из соображений обеспечения опти-

мальной эффективности кодирования. В *изобразительных СОИ* передача сигналов осуществляется в форме изображений. В этом случае качество передачи определяется полнотой изображения – степенью схематизации, детализации и количеством воспроизводимых свойств конкретного изображения.

5. По **степени детализации информации** СОИ могут быть *интегральными* и *детальными*. На *интегральных индикаторах* информация выдается оператору в обобщенном виде, чтобы сократить или вообще исключить время на ее выделение, поиск и синтезирование. В качестве примера интегральной модели технологического процесса можно привести график, вычерчиваемый в реальном масштабе времени в пределах зоны допустимых отклонений. По положению рабочей точки относительно границ зоны оператор может определить момент своего вмешательства в протекание процесса и, затребовав необходимую детализированную информацию, выработать необходимые управляющие воздействия. На *детальных индикаторах* отображается, как правило, один параметр состояния объекта управления.

## **15.2. Визуальная деятельность человека-оператора на основе информационных моделей**

Средства отображения информации являются технической основой для построения информационной модели процесса управления, с которой и работает оператор в ходе своей деятельности. Анализ предметного содержания деятельности человека-оператора является исходным и необходимым условием решения любых эргономических задач, особенно при разработке информационных моделей и обучении операторов работе с созданной информационной моделью. Характеристика психологического содержания деятельности оператора, была дана в работах Д. Ю. Панова и В. П. Зинченко [4]. Затем она многократно воспроизводилась, детализировалась, уточнялась применительно к различным видам операторской деятельности. Здесь важно подчеркнуть, что эргономика и инженерная психология изучают и проектируют именно деятельность оператора с информационными моделями.

Проблематика психологического анализа деятельности оператора связана с содержанием, формой постоянных и оперативных образно-концептуальных моделей (далее – ОКМ) реальной и прогнозируемой обстановки, самой системы управления, потенциальных и актуальных проблемных ситуаций. ОКМ также включает в себя систему оценок и ценностей, оперативные способности, общее представление о времени и пространстве и определенный способ взаимодействия индивида с внешним миром. При этом в описание предметного содержания объектов управления обязательно должны входить пространственно-временные и динамические параметры их существования, функционирования и взаимодействия.

В контексте эргономики проблема внутренних и концептуальных моделей была выдвинута в Англии еще в 1943 г. Интерес к этой проблематике возродил-

ся в последние годы в связи с приходом на смену необихевиоризму и информационному подходу когнитивной психологии [51].

В отечественной литературе проблема формирования и функционирования ОКМ связана с основной ориентацией советской эргономики и инженерной психологии на формирование у оператора системы разумных действий, а не цепей реакций. Хотя к деятельности человека как оператора, особенно в автоматизированных системах управления, предъявляются требования в отношении скорости, своевременности, оперативности, это не означает, что у человека надо вырабатывать реактивные, импульсивные формы поведения. Подчеркивание значения ОКМ в деятельности оператора – это подчеркивание разумного, сознательного характера его деятельности [2, 4, 5, 9].

Конкретное содержание этой проблематики претерпело за последние 15–20 лет существенные изменения. Отступили на второй план исследования скорости перцептивных процессов, в частности информационного поиска. Значительное усовершенствование качества предъявления информации привело к уменьшению числа исследований, посвященных однозначности восприятия знаковой и буквенно-цифровой информации. Достигнута значительная ясность в понимании оперативно-технической стороны перцептивных и опознавательных процессов. Однако все это не уменьшило актуальности исследования различных направлений построения информационных и формирования концептуальных моделей [4]. Сложность рационального определения и проектирования деятельности оператора состоит в том, что человека включают в систему управления для выполнения таких функций, применительно к которым часто невозможно выработать четкие и однозначные инструкции и правила. При этом оператору почти всегда поручается выполнение или контроль наиболее важных и ответственных функций в системе. От оператора требуются разумные действия в непредвиденных обстоятельствах, зачастую в условиях недостаточной, а порой и недостоверной информации. Работа оператора, как и системы управления в целом, протекает в реальном масштабе времени, что налагает особые требования к ее скорости и точности.

Сама сущность деятельности операторов, особенно в автоматизированных системах управления, показывает значительно более рельефно, чем в других видах деятельности, существующую известную диспропорцию между бедностью отображения и богатством, сложностью и многослойностью отображенной реальности, которую человек должен реконструировать, анализировать и применять в соответствии с принятым решением. Несмотря на быстрое развитие техники отображения, эта диспропорция сохраняется, что приводит к изменению проблематики изучения перцептивных и мыслительных процессов.

Поскольку оператор все больше имеет дело с недостаточно четко определенным пространством возможных задач, часто бывает так, что он должен извлекать, вычерпывать из информационной модели и соответственно реконструировать самое различное предметное содержание, различные слои реальности. Эти слои могут быть *внешними*, характеризующими, например, пространственное расположение объектов или их единичные свойства. Они также могут характеризовать *общие функциональные свойства* групп объектов или

функциональные (а не только пространственно-временные) отношения между различными объектами. Наконец, возможны ситуации, требующие оперирования не с самими объектами, а с *системами* более или менее *взаимосвязанных категориальных* свойств и качеств этих объектов [79].

Значимой является последовательность и возможная глубина проникновения оператора в ситуацию, ее невидимые непосредственно пласты, ее смысл и значение. Здесь важна и такая характеристика, как время проникновения в эти пласты, время построения образно-концептуальной модели, которая по необходимости является частичной, в известном смысле односторонней. Важным является и время дополнения модели или время ее смены. Но наиболее существенное – определение направленности на то или иное предметное содержание, которое определяется как задачами субъекта, так и самим предметным содержанием и, разумеется, способами его извлечения и трансформации в значение. Сочетание этих обстоятельств приводит к эволюции (или к смене) ОКМ, т. е. к эволюции когнитивных продуктов деятельности, к смене образа ситуации, к полаганию новых целей [39]. Естественно, что ведущим в этом сочетании является реальный объект, его реальное предметное содержание, детерминирующее действие субъекта. Вместе с тем нельзя недооценивать и возможного (а может быть и обязательного) эффекта «вчитывания» в объект априорного опыта и знаний субъекта.

У оператора в каждый момент его деятельности нет априорного представления о ее конкретном предметном содержании. Он должен извлекать его из избыточности информационной модели, строить образ предметного содержания и в зависимости от этого образа ставить и достигать конкретных целей. Именно поэтому деятельность оператора нередко называют творческой и именно поэтому так сложна оценка эффективности деятельности операторов СЧМС, равно как и решение насущных задач оптимизации и проектирования деятельности операторов.

Опыт разработки и эксплуатации информационных моделей, а также анализ деятельности операторов с ними позволяют сформулировать ряд важнейших эргономических характеристик информационных моделей [4, 5]:

1. *В информационной модели должны быть представлены лишь те свойства, отношения, связи управляемых объектов, которые существенны*, имеют определенное функциональное значение, т. е. «участвуют в игре». В этом смысле модель воспроизводит действительность в упрощенной форме и всегда является некоторой идеализацией действительности. Степень и характер упрощения и идеализации могут быть определены на основе анализа задач СЧМС в целом и анализа задач, решаемых в ней оператором.

2. *Модель должна быть наглядной*, т. е. оператор должен иметь возможность воспринимать сведения быстро и без кропотливого анализа. Только тогда ему не потребуется много времени на информационную подготовку решения, включающую стадии формирования ОКМ и формирования в необходимых случаях модели проблемной ситуации.

Информационная модель может быть наглядной в разных смыслах. Она может давать, например, наглядное представление о пространственном распо-

ложении объектов и быть в какой-то мере геометрически подобной их действительному расположению. Тогда оператор будет иметь наглядное представление о таких свойствах управляемых объектов, как расстояние между ними, их принадлежность к какой-либо территориальной группе и т. п. Если для оператора существенны другие признаки, то необходимо сделать наглядными иные свойства управляемых объектов, например их принадлежность к одному и тому же типу или состоянию. При функционировании системы возможны периоды, когда необходимо наглядное представление одних свойств управляемых объектов, и периоды, когда нужно учитывать другие их свойства. Наглядность информационных моделей не всегда достижима, так как нередко случаи, когда объекты управления, их свойства и взаимодействия сами по себе не обладают наглядными признаками. В этих случаях приходится решать задачи, близкие к тому, что в методологии науки определяется как визуализация понятий [39].

3. Одним из важнейших средств достижения легкой воспринимаемости, или «читаемости», информационной модели является *правильная эргономическая организация ее структуры*. Это означает, что в информационной модели должны быть представлены не коллекция или набор сведений, так или иначе упорядоченных, а их определенное и очевидное взаимодействие.

При оптимальной структуре информационной модели оператор выполняет ординарные функции, а ее нарушение свидетельствует о возникновении отклонений от нормального режима функционирования, требующих экстренного вмешательства оператора. Оптимальная структура обеспечивает быстрое и правильное восприятие ситуации в целом, а отклонения от нее воспринимаются оператором как потенциально проблемные, конфликтные и заставляют его производить детальный анализ ситуации с целью обнаружения источника конфликта и поиска путей его устранения. Одним из средств достижения оптимальной структуры является правильная компоновка информационной модели. В этом смысле разработка информационной модели представляет собой задачу, в какой-то степени эквивалентную задаче хорошей компоновки картины. Так же как и хорошо скомпонованная картина, информационная модель может помочь восприятию ситуации в целом, если она не будет перегружена деталями, нарушающими целостное восприятие. Важной задачей художника является отбор того существенного и типичного, что позволяет ему с максимальной эффективностью довести до зрителя свою идею. Точно так же и при создании информационной модели чрезвычайно существен отбор функционально значимых сведений и информативных данных, которые должны быть предъявлены оператору.

4. *Восприятие ситуации как проблемной* облегчается, если в информационной модели предусмотрено:

а) отображение конкретных изменений свойств элементов ситуации, которые происходят при их взаимодействии. В этих случаях изменения свойств отдельных элементов воспринимаются не изолированно, а в контексте ситуации в целом. Более того, изменение свойств одного элемента воспринимается как симптом изменения ситуации в целом, что провоцирует поиск и распознавание оператором того или иного симптомокомплекса;

б) отображение динамических отношений управляемых объектов. При этом связи и взаимодействия информационной модели должны отображаться в развитии. Допустимо и полезно даже утрирование или усиленное отображение тенденций развития элементов ситуации, их связей или ситуации в целом;

в) отображение конфликтных отношений, в которые вступают элементы ситуации.

5. *Информация об объектах управления* предъявляется оператору не в натуральном, а в *закодированном виде*. При этом становится особенно важной проблема создания особого языка, понятного человеку и одновременно могущего быть использованным машиной, проблема согласования «входов» и «выходов» человека и машины.

При построении информационной модели необходимо найти наиболее эффективный код, т. е. ту систему символов (ее называют «алфавитом» рассматриваемого кода), с помощью которой предъявляются сведения об управляемых объектах. Выбор системы кодирования тесно связан с возможностью быстрого осмысливания предъявляемой оператору информации.

6. Объем информации того или иного рода, который может быть хорошо усвоен оператором, не может быть задан ему произвольно. Он *должен быть определен для данных условий работы* или уже на основе имеющихся количественных оценок работы оператора, или при помощи специального эксперимента. Если этот объем информации определен, то в совокупности с избранной системой кодирования он помогает составить представление о степени сложности информационной модели, которая допустима в данных условиях. Степень сложности информационной модели обусловлена главным образом требованиями оперативности.

Приведенная выше эргономическая характеристика свойств информационных моделей не претендует на полноту. Перечисленные свойства могут учитываться в процессе конкретного проектирования как в разной степени, так и в зависимости от доминирующей функции оператора (обнаружение, поиск, решение задач, исполнение и т. д.). Изложенное о свойствах информационных моделей в равной степени относится к случаям, когда все основные характеристики моделей определяются на этапах проектирования СЧМС и когда операторы имеют значительно большую свободу в оперировании данными, хранящимися в памяти ЭВМ, и сами участвуют в построении информационной модели.

Таким образом, для того чтобы деятельность человека-оператора была эффективной, информационная модель должна удовлетворять трем важнейшим эргономическим требованиям [4]:

1. По *содержанию* – должна адекватно отображать объекты управления и окружающую среду.

2. По *количеству информации* – обеспечивать оптимальный информационный баланс и не приводить к таким явлениям, как дефицит или перегрузка информацией.

3. По *форме и композиции* – должна соответствовать задачам оператора

по управлению и его психофизиологическим возможностям по приему и переработке информации.

После выбора и проверки оптимального варианта информационной модели и системы кодирования информации можно начинать работу по инженерному проектированию средств отображения, позволяющих предъявлять оператору информацию в требуемой форме. Это же относится и к информационно-логическим машинам, для которых необходимо составить алгоритмы обработки информации, приведения ее к виду, обеспечивающему восприятие на высоком оперативном уровне.

При построении информационной модели для системы управления необходимо учитывать очень многое. На всех этапах работы над конструированием информационных моделей должны совместно работать специалисты ряда областей, связанных с созданием систем управления: системотехники, специалисты по исследованию операций, математики и инженеры-разработчики средств отображения, инженерные психологи, эргономисты.

### **15.3. Эргономические требования к средствам отображения информации**

Рассмотрим возможные способы технической и эргономической реализации эргономических требований как к средствам отображения информации, так и к информационным моделям в целом [2, 4, 5, 9, 79].

1. Для отображения состояния отдельных объектов используются разнообразные элементы индикации. Ими являются приборы, преобразующие электрические и другие сигналы в визуальную информацию в форме, наиболее пригодной для зрительного восприятия и удовлетворяющей целям и задачам деятельности человека.

Каждый элемент индикации должен наиболее адекватно отобразить определенные характеристики управляемого объекта. Так, для отображения бинарных состояний системы (работает – не работает, включено – выключено и др.), а также для опознания объекта, предупреждения, предостережения удобно применять световые индикаторы (лампы накаливания, светодиоды или газоразрядные индикаторы). Эти элементы имеют достаточную яркость, четкость и надежны в работе.

Для отображения сообщения, словесной инструкции, последовательности операций наиболее подходят сигнальные оптические табло, электролюминесцентные или ЖК-индикаторы с различными трафаретами (транспаранты).

Для отображения количественных показателей необходимы устройства типа счетчика, когда видна только одна цифра (число). В этих случаях лучше использовать цифровые индикаторы (вакуумные, газоразрядные, электролюминесцентные, жидкокристаллические и др.).

Для анализа работы оборудования рекомендуется применять жидкокристаллические мониторы, так как с их помощью можно показать связь между многими параметрами.



С помощью рассмотренных элементов создаются разнообразные системы отображения информации. Они могут быть выполнены в виде табло, мнемосхем, приборных панелей и щитов [2, 5, 6, 79].

2. Важным требованием, предъявляемым к СОИ, является соответствие скорости выдаваемой ими информации пропускной способности оператора. Организация потоков информации должна исключать как перегрузку, так и недогрузку оператора.

Для уменьшения перегрузки необходимо:

- предоставлять информацию оператору с необходимым упреждением начала исполнения;
- сократить поток информации до необходимого минимума;
- предусмотреть возможность фильтрации информации, что позволяет оператору отбирать данные, соответствующие его возможностям и условиям работы;
- разработать рациональную схему деятельности оператора;
- позволить оператору использовать для принятия решения максимальное время (в пределах общего времени, отведенного на выполнение задачи);
- сохранять на индикаторе информацию по желанию оператора на необходимое время.

Недогрузка оператора вызывает ослабление внимания, что приводит в конечном итоге к потере ритма и ошибкам. Для уменьшения недогрузки необходимо:

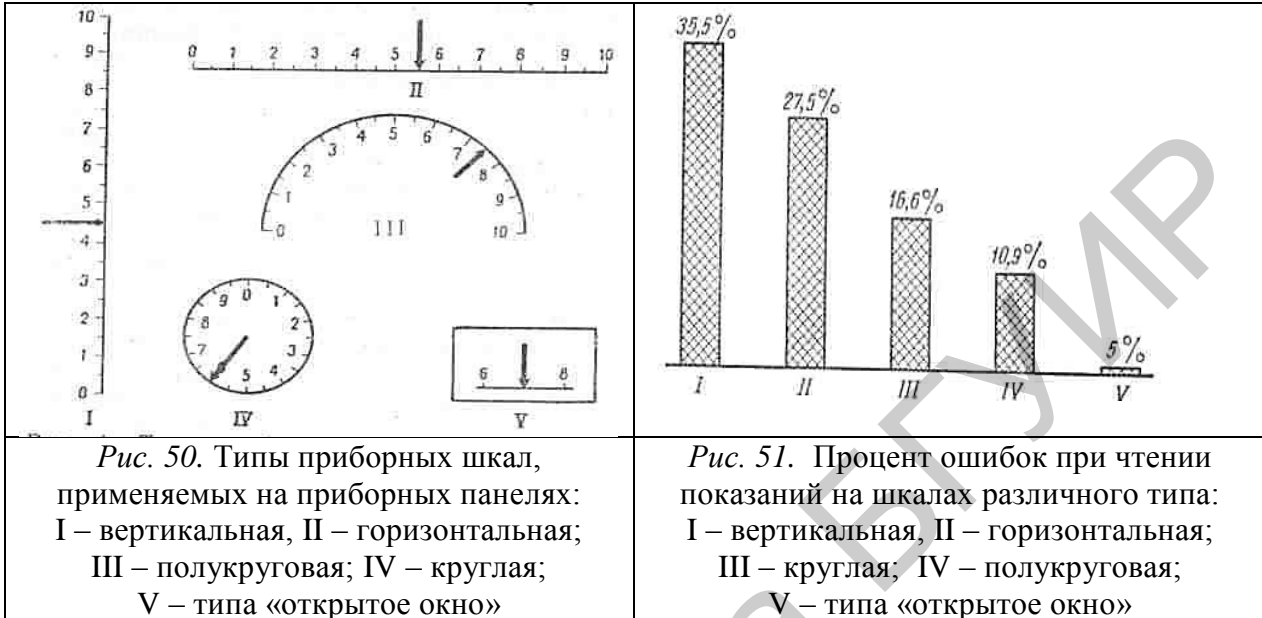
- сократить до минимума время от запроса до воспроизведения информации, а также время формирования изображения;
- обеспечить достаточную интенсивность потока информации (при интенсивности потока 1–10 сигналов в час уже может наблюдаться заметное ослабление внимания);
- принять меры к повышению «заметности» вновь появляющейся информации (мерцание, яркость, громкость);
- ограничить площадь размещения информации;
- обеспечить оператору возможность контроля правильности своих действий.

Количественная оценка потоков информации при проектировании СОИ проводится с помощью математических методов теории массового обслуживания и теории информации. В процессе испытаний оценка уточняется экспериментальным путем.

3. Еще одним эргономическим требованием, предъявляемым к СОИ, является их соответствие возможностям оператора по приему и переработке поступающих сигналов. Для выполнения этого требования прежде всего должны учитываться рассмотренные ранее характеристики зрительного и других анализаторов: а) по организации внимания; б) разгрузке оперативной памяти; в) активизации мышления [2, 6].

Наибольшие трудности выполнения всех рассмотренных требований возникают при разработке как отдельных видов СОИ, так и панелей информации. Их

качество во многом зависит от правильного выполнения эргономических требований к отдельным видам зрительной индикации и от нахождения оптимальных способов кодирования поступающей к оператору информации. Так, на рис. 50 показаны возможные типы приборных шкал, а на рис. 51 – процент ошибок при чтении показаний на шкалах различного типа.



При размещении СОО на приборной панели очень важно соблюдать последовательность *организации внимания*: расположение элементов модели должно соответствовать наиболее вероятной последовательности изменений состояний управляемых объектов.

Важное значение имеет максимальная *разгрузка оперативной памяти*. Для выполнения этого требования необходимо:

- а) использовать код, максимально ассоциируемый с жизненным опытом человека, например, красный цвет обычно обозначает запрет, опасность;
- б) обеспечить максимальное соответствие информационной модели реальным объектам и процессам в соответствии с динамикой доминирующих оперативных образов, для этого, например, должны быть выполнены правила совместимости индикаторов и органов управления;
- в) иметь на рабочем месте инструкции, выполненные в виде алгоритмов в графосимвольном выражении;
- г) предусмотреть (особенно в аварийных и других ответственных ситуациях) возможность «подсказки» оператору о его дальнейших действиях;
- д) обеспечить такие условия, чтобы количество одновременно воспринимаемой оператором информации и длительность ее сохранения не превышали возможности оперативной памяти человека.

## 15.4. Органы управления

*Органы управления* предназначены для передачи управляющих воздействий с заданной точностью и скоростью от человека-оператора к машине. Органы управления размещаются в моторном поле оператора и представляют собой технические элементы рабочего места, с помощью которых осуществляется информационная взаимосвязь между человеком-оператором и машиной. Орган управления – первое связующее звено (интерфейс) между человеком и машиной в системе «оператор – машина – среда». Моторное поле человека-оператора – пространство рабочего места с размещенными органами управления, в котором осуществляются двигательные действия человека-оператора по управлению СЧМС [2, 4, 6, 7, 76]. Моторное поле имеет три зоны досягаемости: минимальная, оптимальная, максимальная, определяемые антропометрическими характеристиками человека.

Органы управления в системе «человек – машина» используются для решения следующих задач: а) ввода командной информации; б) установки требуемых режимов работы аппаратуры; в) регулировки различных параметров; г) вызова информации для контроля и т. п. Для решения этих задач в настоящее время разработано и используется огромное число разнообразных типов органов управления, которые классифицируются по ряду признаков [5, 6]. Классификация органов управления показана на рис. 52.



Рис. 52. Классификация органов управления

### **1. По характеру выполняемых человеком движений различают:**

а) органы управления, требующие движений включения, выключения или переключения. Например, нажатие кнопки, перемещение рычага, поворот ручки. Движения при манипулировании органами управления достаточно простые (нажал,

отжал, повернул и т. д.), хотя при этом двигательный акт человека складывается из довольно значительного количества микродвижений пальцев;

б) *органы управления, требующие повторяющихся движений*: вращательных, нажимных, ударных. Например, работа на клавиатуре компьютера, печатание на пишущей машинке или телеграфном аппарате, передача и кодирование информации. Значительную роль здесь играет темп движений;

в) *органы управления, требующие точных дозированных движений*, например, для настройки и целевой установки параметров. Движения при этом дозируются по силовым, пространственным и временным параметрам.

**2. По назначению и характеру использования оператором** органы управления разделяются на следующие группы:

а) *оперативные* (основные), используемые постоянно для программного управления, длительного регулирования параметров системы, ввода управляющей и командной информации;

б) *используемые периодически* (обычно это вспомогательные органы управления для включения и выключения аппаратуры, периодического контроля ее работоспособности и выполнения других операций, не требующих высокой скорости управляющих воздействий);

в) *используемые эпизодически*, связанные с настройкой, калибровкой основной аппаратуры и регулировкой работы вспомогательного оборудования, регламентными работами, подключением к индикаторам датчиков измеряемых параметров и выполнением других эпизодических операций.

**3. По значению** органы управления бывают: а) главные, б) второстепенные. Например, ключ замка зажигания в автомобиле является главным, а ключ запирающего замка багажника – второстепенным органом управления. При переходе на центральный электрический замок запирающего главным органом управления становится кнопка дистанционного носимого пульта управления.

**4. По конструктивному исполнению** органы управления распределяются на следующие подгруппы: кнопки, тумблеры, рукоятки, клавиши, поворотные переключатели, поворотные ручки, педали и т. п.

Внешний вид различных типов органов управления показан на рис. 53.

Наиболее распространенными примерами органов управления являются клавиши, рычаги, педали, рулевые колеса, кнопки, тумблеры и переключатели. Многие машины, к примеру, стиральная машина-автомат, имеют очень простые органы управления. Это позволяет пользоваться стиральной машиной практически любой домохозяйке, не имеющей специальной подготовки. Другие машины, например, которые используются для обеспечения полета самолета, управления автомобилем или при студийной записи музыки, имеют десятки и более органов управления. В этом случае требуется специальная профессиональная подготовка летчика, водителя, оператора.



В каждом случае конструирование или применение органов управления требует принятия множества решений в отношении их размера, формы, расположения в моторном поле человека в зависимости от следующих факторов: 1) назначения; 2) связи с другими органами управления и/или дисплеями; 3) человеческих возможностей.

При этом учитываются человеческие возможности, являющиеся как общими для всех людей (например, средний диапазон движений человека), так и специфическими. Например, важным вопросом является следующий: может ли левша манипулировать органом управления так же эффективно и оперативно, как и правша.

В табл. 17 по четырем критериям операций, выполняемых человеком, сравниваются пять простых и наиболее распространенных органов управления. В качестве критериев используются: 1) скорость, с которой оператор может пользоваться органом управления; 2) точность, которой оператор достигает перемещением органа управления; 3) физическое усилие при пользовании органом управления; 4) диапазон действий, которые орган управления позволяет осуществить.

## Сравнение пяти распространенных органов управления

Компонент	Скорость	Точность	Требуемые усилия	Рабочий диапазон
Руль	Низкая	Высокая	Средние	Средний
Ручка с непрерывным вращением: ○ маленькая ○ большая	Низкая Очень низкая	Высокая Средняя	Очень большие Большие	Средний Средний
Ручка с позиционным переключением	Высокая	Высокая	Очень большое	Маленький
Кнопка	Высокая	Низкая	Очень большие	Маленький
Педаль	Высокая	Низкая	Небольшие	Маленький

Из табл. 17 видно, что один и тот же орган управления имеет как плюсы, так и минусы при своем использовании. Так, педаль обеспечивает высокую скорость управления, но не гарантирует высокую точность; руль обладает противоположными качествами. Если машина имеет множество органов управления, ситуация становится еще более сложной. Каждый орган управления должен быть совместим с остальными, а также отвечать своему назначению и возможностям оператора. Кроме того, каждый орган управления должен быть легко отличим от остальных, особенно если многое зависит от скорости действий оператора или если последний не может видеть одновременно все органы управления.

Возможные вопросы, связанные с конструированием разнообразных органов управления, можно проиллюстрировать на примере требований к органам управления обычного автомобиля со стандартной системой управления. Основные органы управления автомобилем должны осуществлять следующие операции: приведение автомобиля в движение (пуск), изменение направления движения, ускорение, торможение и переключение передач.

Эти органы управления должны отвечать ряду ограничений:

- пуск автомобиля является независимой операцией;
- водитель должен иметь возможность одновременно изменять направление движения и увеличивать скорость;
- водитель должен иметь возможность переключать передачи, одновременно изменяя при необходимости направление движения и увеличивая скорость;
- водитель должен иметь возможность тормозить, одновременно изменяя направление движения и переключая передачи (или выключая сцепление).

Эти ограничения означают, что водителю часто приходится манипулировать одновременно несколькими органами управления. Поэтому все органы управления должны находиться близко от водителя и быть легко распознаваемыми. Инженер, конструирующий органы управления, должен также учитывать тот факт, что вождение автомобиля требует постоянного визуального наблюдения за дорогой и что водитель

может лишь изредка бросать взгляд на органы управления, которыми он пользуется. При этом число органов управления постоянно увеличивается.

Сегодня управление большинством автомобилей осуществляется посредством стандартного набора органов управления, показанных на рис. 54.

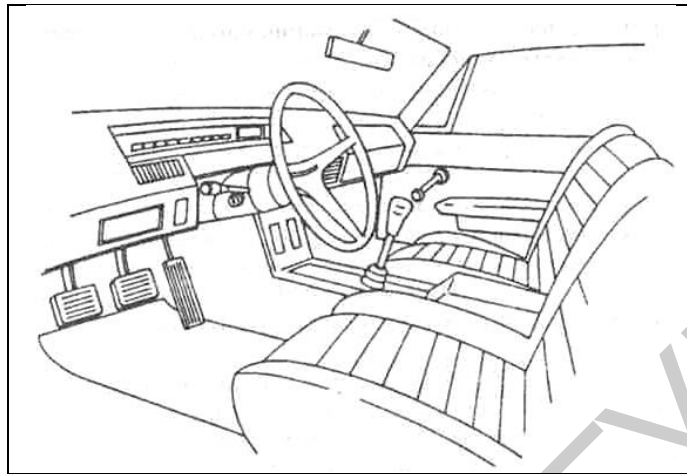


Рис. 54. Органы управления легковым автомобилем

Изменение направления движения производится с помощью большого руля (для достижения повышенной точности действий), расположенного прямо перед водителем. Переключение передач осуществляется посредством рычага, обычно находящегося справа от водителя примерно на уровне его пояса. Однако так было не всегда. В определенный период времени считалось оправданным размещение рычага переключения передач на рулевой колонке автомобиля.

Торможение, ускорение и выключение сцепления производятся с помощью ножной педали (быстродействие), расположенной на своем обычном месте в полу салона – в непосредственной близости от ног. Причем под правую ногу размещены две педали – управления подачей топлива и тормоза, что исключает одновременное нажатие обеих педалей, а под левую – педаль сцепления. Автомобили с автоматической коробкой передач несколько проще в управлении за счет того, что устраняется одно из требований, предъявляемых к координации движений рук и ног.

Конструкция органов управления современным автомобилем является традиционной и вполне соответствует требованиям, предъявляемым к системе «водитель – автомобиль», но сегодня в ней имеются некоторые недостатки с точки зрения учета человеческого фактора. Например, торможение является операцией, к которой часто прибегают в чрезвычайной ситуации. Поскольку время рефлекса «глаз – рука» у человека меньше, чем время рефлекса «глаз – нога», в идеале торможение должно осуществляться рукой, как это имеет место в автомобилях, предназначенных для водителей-инвалидов. Педаль торможения была размещена в полу автомобилей в то время, когда еще не было систем усиления торможения. В те дни среднему водителю чаще приходилось добиваться необходимого усилия с помощью ноги. К несчастью для хорошей эргономической конструкции, в настоящее время очень сложно изменить эту компоновку.

Операторы машин со временем становятся зависимыми от органов управления, что обнаруживает, например, любой водитель, привыкший к расположению рычага переключения передач между сиденьями, когда он пересаживается в автомобиль с рычагом переключения, размещенным на рулевой колонке (или наоборот). Тот факт, что опытные операторы машин становятся зависимыми от определенной конфигурации органов управления, подчеркивает важность эргономического исследования, которое должно предварять конструирование этих органов управления. Характерный пример того, что может случиться, являет собой клавиатура обычной пишущей машинки или компьютера. Известно, что клавиатура компьютера разработана с учетом стандартного расположения клавиш, характерного для пишущей машинки. Клавиатура пишущей машинки была разработана много лет назад с учетом человеческого фактора, что обеспечивает более эффективное использование движений и совокупной силы пальцев обычной человеческой руки. Пользование такой механической клавиатурой требует от машинистки достаточно больших усилий при печати. Клавиатура компьютера не требует приложения больших усилий и может быть размещена иначе. Однако опытные операторы просто не могут перестроиться, а новичков обучают опытные операторы. В результате усовершенствованное расположение клавиш продолжает оставаться малоизвестной альтернативой стандартной клавиатуре.

Зависимость от органов управления не сводится лишь к машинам, которые окружают нас долгие годы. Та же самая проблема возникает и тогда, когда люди, привыкшие управлять компьютером с помощью мыши, пытаются воспользоваться клавиатурой (или наоборот). Со схожими трудностями встречаются и разработчики новейших эффективных программ, запускаемых с помощью человеческого голоса.

### **15.5. Эргономические рекомендации по применению органов управления**

Независимо от типа и характера применяемых органов управления при их выборе и проектировании необходимо учитывать ряд общих эргономических требований, основными из которых являются следующие [2, 5, 79]:

1. Расположение органов управления должно осуществляться с учетом принципа экономии движений. Это означает: а) количество органов управления и траектории их перемещения должны быть сведены до минимума; б) сами движения должны быть простыми и ритмичными; в) каждое движение должно заканчиваться в положении, удобном для начала следующего движения; г) предыдущие и последующие движения должны быть плавно связаны.

2. Работу, выполняемую оператором, по возможности следует распределить между обеими руками человека. Это позволит обеспечить равномерную загрузку правой и левой рук. При этом следует помнить о наличии моторной асимметрии человека, неравенстве рук и ног, а также правой и левой половины тела в формировании общей двигательной активности человека. Установлено, что имеет место значительное преобладание людей с доминированием правой руки (от 70 до 90 %), которая отличается большей ловко-



стью, быстротой и точностью движений, тогда как левая рука более вынослива к статическому усилию [12].

3. При размещении органов управления следует учитывать зоны досягаемости рук человека. Наиболее часто используемые и важные органы управления следует располагать в оптимальной зоне досягаемости (рис. 55).

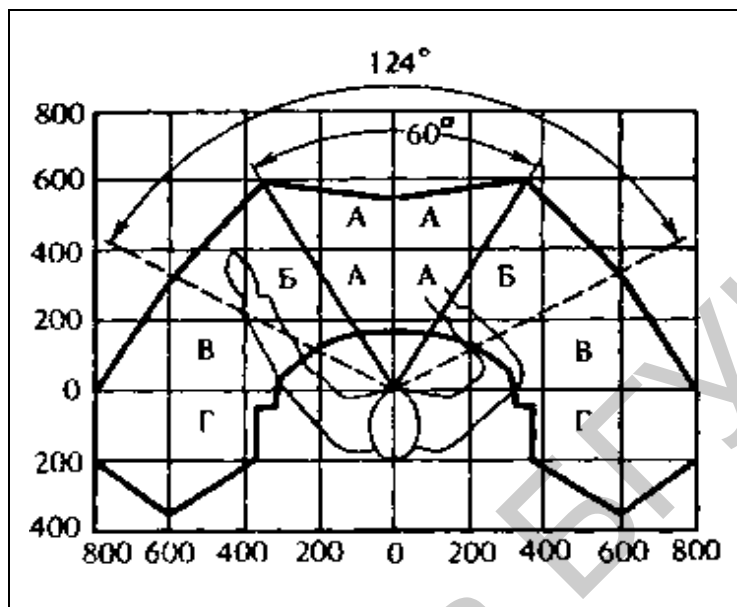


Рис. 55. Зоны расположения органов управления в моторном поле оператора в горизонтальной плоскости (при работе сидя):

А – наиболее важные и часто используемые органы управления; Б – часто используемые органы управления, в пределах допустимых зон досягаемости; В – редко используемые органы управления, в пределах максимальных зон досягаемости; Г – вспомогательные органы управления (вне зон досягаемости)

Органы управления, связанные с определенной последовательностью действий оператора, необходимо располагать таким образом, чтобы действия осуществлялись слева направо и сверху вниз. Функционально идентичные органы управления располагают единообразно на всех панелях рабочего места.

4. Органы управления могут приводиться в движение с помощью рук или ног оператора. Ручное управление предпочтительнее ножного, когда, во-первых, требуется высокая точность и скорость установки органа управления в определенном положении и, во-вторых, нет необходимости в непрерывном или продолжительном приложении большого усилия (0,9 кг и более).

Ножное управление применяется обычно для разгрузки рук и экономии времени при большом количестве органов управления, небольшой точности регулировки и необходимости больших мышечных усилий. При этом точность управляющего действия определяется конструкцией педали и ее размещением в оптимальной зоне досягаемости. Например, при управлении автомобилем, когда руки водителя заняты манипулированием рулевым колесом, ножные педали управления будут являться обязательными.

Сравнительные характеристики наиболее распространенных органов управления приведены в табл.18.

Таблица 18

Сравнительные характеристики наиболее распространенных органов управления

Характеристика	Ручная нажимная кнопка	Тумблер	Поворотный переключатель	Поворотная ручка
Необходимое пространство	Малое	Малое	Среднее	От малого до среднего
Эффективность кодирования	От удовлетворительной до хорошей	Удовлетворительная	Хорошая	Хорошая
Зрительное опознание положения	Плохое	От удовлетворительного до хорошего	От удовлетворительного до хорошего	От удовлетворительного до хорошего
Тактильное опознание положения	Плохое	Хорошее	От удовлетворительного до хорошего	От плохого до хорошего
Контрольное считывание в ряду подобных органов управления	Плохое	Хорошее	Хорошее	Хорошее
Оперирование подобными органами управления в одном ряду	Хорошее	Хорошее	Плохое	Плохое
Эффективность работы комбинированного органа управления	Хорошая	Хорошая	Удовлетворительная	Хорошая

5. При установке органов управления необходимо учитывать привычные (сложившиеся) для человека психологические стереотипы движений. Таким положениям органов управления, как «Пуск», «Включено», «Увеличение», «Подъем», «Открытие», или движениям «Вперед», «Вправо», «Вверх» должны соответствовать перемещения: вверх от себя, вправо, повороты маховиков или ручек по часовой стрелке, а для кнопок – нажатие верхних, передних или правых кнопок. Некоторые рекомендации на этот счет также даны в табл. 18.

Для ножных органов управления используются следующие соответствия: при нажатии педали – «Включено», «Увеличение»; при отпуске педали – «Выключено», «Уменьшение».

6. Органы управления для своего перемещения должны обладать достаточным сопротивлением, чтобы обеспечивать «обратную связь» и уменьшать возможность случайного включения их под тяжестью от положения руки или

ноги. При этом надо иметь в виду, что ощущение усилия человеком важно для регулирования его движений. Для органов управления, требующих единичного приложения усилия или непрерывного приложения усилия в течение коротких периодов, рациональным максимальным сопротивлением является половина наибольшего усилия, развиваемого оператором. Когда сидящий оператор должен прикладывать к органу управления силу, большую 2–3 кг, необходимо обеспечивать для него соответствующую опору, например спинку при движении органа управления «от себя» и подножку для движения «на себя».

7. При проектировании органов управления следует предусмотреть меры по исключению случайного или несвоевременного срабатывания тех органов, которые связаны с возможностью возникновения аварийной ситуации. Такие органы управления должны обеспечиваться блокировкой или сигнализацией (световой или звуковой), включаемой при запрещении работы с ними.

### **15.6. Совместное применение средств отображения информации и органов управления**

В процессе проектирования для возможности эффективного использования необходимо обеспечить выполнение как эргономических требований к отдельным индикаторам и органам управления, так и ряда требований к их совместному расположению. Эти эргономические требования в общем виде сводятся к следующему [2, 5, 79]:

1. При размещении органа управления с теми индикаторами, к которым они относятся, необходимо, чтобы руки оператора при манипулировании с органом управления не закрывали индикационную часть прибора. Для этого необходимо орган управления размещать правее и ниже (при работе правой рукой) или левее и ниже (при работе левой рукой).

2. При размещении органов управления и связанных с ними индикаторов на различных панелях относительное расположение элементов на обеих панелях должно быть идентичным. Направление перемещения органа управления должно сочетаться с изменением показаний соответствующего индикатора.

3. Для повышения точности и скорости действий оператора большое значение имеет также правильное расположение индикаторов и органов управления в зоне деятельности оператора. Расположение этих элементов может проводиться с использованием следующих принципов:

- а) *функционального соответствия;*
- б) *объединения;*
- в) *совмещения стимула и реакции;*
- г) *последовательности действий;*
- д) *важности и частоты использования.*

*Принцип функционального соответствия* требует, чтобы каждой подсистеме СЧМ соответствовала блок-панель (подсистема) пульта управления. Этот принцип наиболее легко выполняется в том случае, если подсистемы СЧМ независимы или хотя бы слабо связаны друг с другом. В этом случае общая опти-

мизация компоновки пульта управления будет обеспечена оптимизацией компоновки каждой из блок-панелей. Иногда может оказаться целесообразным пойти на некоторое нарушение этого принципа в пользу остальных. В частности, это возможно, если последовательное обслуживание сменяется операциями управления всеми подсистемами одновременно, например, при взлете или посадке самолета.

Принцип *объединения*, под которыми понимается множество однотипных элементов контроля или управления, принимающих одно и то же состояние на некотором отрезке времени и объединенных в одну группу. Применение этого принципа способствует значительному уменьшению количества информации, поступающей к человеку-оператору.

Принцип *совмещения стимула и реакции* требует пространственного соотнесения (в частном случае сближения) элементов управления и индикации. Отметим, что удовлетворение этого принципа уменьшает число альтернатив, определяющих поток информации. Так, например, выбор одного из индикаторов дает определенный объем единиц информации, столько же информации будет получено при нахождении нужного органа управления. Если же каждый орган управления определенным образом соотносится со своим индикатором, тогда двойственный выбор из множества элементов заменяется одинарным. Получаемое оператором количество информации сокращается в два раза.

Принцип *последовательности действий*. Согласно этому принципу элементы пульта управления следует размещать в некоторой последовательности, соответствующей алгоритму управления системой. Обычно эта последовательность соответствует стереотипу чтения книги – слева направо и сверху вниз [74]. Удовлетворение этого принципа значительно устраняет неопределенность выбора нужного элемента, т. е. также способствует уменьшению количества поступающей к оператору информации.

Принцип *важности и частоты использования* предусматривает размещение наиболее часто используемых и важных индикаторов и органов управления *в удобном для оператора месте*. Этим обеспечивается снижение его утомления и повышается производительность труда. Так, например, если подсистемы А и Б участвуют в работе СЧМ чаще, чем другие подсистемы, то их индикаторы и органы управления следует расположить в центральной части пульта управления.

Опыт создания и эксплуатации СЧМС показывает, что наиболее часто приходится отдавать предпочтение принципу *последовательности действий*. В этом случае весьма актуальной становится задача количественной оценки упорядоченности расположения органов индикации и управления на пульте управления или рабочем месте в целом. Проведение такой оценки позволяет сравнивать между собой различные варианты расположения элементов на пульте и выбирать из них наиболее оптимальные.

## 15.7. Кодирование информации

Кодирование информации означает преобразование сообщения в сигнал, удобный для передачи по каналу связи от машины к человеку-оператору. Возможны два канала связи от машины к человеку: *визуальный* и *акустический*.

Большая часть информации (около 90 %) поступает к человеку в виде зрительно воспринимаемых визуальных сигналов. Так, на рис. 56 показаны символы ИСО, применяемые в электротехнической промышленности.

Однако в некоторых случаях более целесообразным является применение

			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Защищать от влаги.</li> <li>2. Верх изделия.</li> <li>3. Склаживать вертикально не более трех изделий.</li> <li>4. Осторожно стекло.</li> <li>5. Не ударять (боится ударов)</li> <li>6. Не кантовать</li> </ol>
1	2	3	
			
4	5	6	

Рис. 56. Символы ИСО, применяемые в электротехнической промышленности на упаковке холодильника для его транспортировки

для передачи информации оператору акустических сигналов. Звуковые индикаторы целесообразно применять в следующих случаях [79]:

а) информация, подлежащая обработке, простая, краткая и требует немедленной реакции;

б) применение визуальной индикации ограничивается информационной перегрузкой оператора или условиями его работы (низкая или очень большая освещенность, необходимость постоянного перемещения оператора, визуализирующее действие примесей, находящихся в производственной среде: дым, туман, водные пары и т. п.);

в) необходимо предупредить оператора о поступлении последующего сигнала;

г) если необходима или желательна голосовая связь.

Акустические сигналы могут передаваться или в форме определенных звуков (звуковых сигналов), являющихся кодом, или в речевой форме.

**Звуковые сигналы** служат: а) для предупреждения оператора о грозящей опасности и, как следствие, для его настораживания и настраивания на возможность перехода системы или оборудования в критическое (аварийное) состояние; б) для напоминания о необходимости предпринять какие-либо действия; в) для привлечения внимания оператора. К источникам звуковых сигналов относятся звуковые генераторы, гудки, сирены, ревуны, свистки, звонки. Они используются для подачи аварийных, предупреждающих и уведомляющих сигналов. Длительность

отдельных сигналов и интервалов между ними должна быть не менее 0,2 с. При изменении длительности звуковых посылок шаг измерения должен быть не менее 25 % по отношению к исходной длительности. Длительность звучания интенсивных звуковых сигналов не должна превышать 10 с. Модуляцию сигналов следует производить путем изменения амплитуды и частоты [14, 76].

**Речевые сигналы** имеют предпочтение перед звуковыми в следующих случаях: а) сообщение сложное; б) необходимо иметь возможность опознать источник сообщения; в) слушатель (оператор) специально не подготовлен (не тренирован) понимать значение закодированных сигналов; г) необходим быстрый двусторонний обмен информацией; д) сообщение относится к будущему времени и требует подготовительных операций; е) возможны ситуации большой психической напряженности, в которых нельзя поручиться за точность и своевременность декодирования сигналов оператором. Речевые сигналы часто используются в качестве сигналов предупреждения. В последнее время в связи с успехами создания устройств синтеза речи такие сигналы начинают находить все большее применение для представления различной слуховой информации оператору [2].

### **15.8. Кодирование средств отображения информации**

В настоящее время применяется огромное число самых разнообразных средств отображения информации, при помощи которых оператору представляется визуальная информация. Применительно к деятельности оператора кодированием визуальной информации называется способ представления информации оператору, соответствующий особенностям восприятия, памяти и мышления профессионально подготовленного человека [2, 6, 79]. Сейчас известны различные способы кодирования визуальной информации. Проблема оптимального кодирования заключается, прежде всего, в правильном выборе категории кода, длины алфавита сигналов, компоновки кодового знака. Под категорией кода понимается любой самостоятельный способ кодирования информации [6]. Некоторые из них показаны на рис. 57. Выбор категории кода зависит от ряда факторов.

Прежде всего он определяется характером решаемой задачи: одна категория кода, которая эффективна при решении одной задачи, может быть неэффективной при решении другой.

При решении пяти различных видов задач (опознание, определение места сигнала, счет, сравнение, проверка) сравнивались различные способы кодирования. Оказалось, что для опознания наибольшую эффективность обеспечивает категория цвета. В задаче информационного поиска наиболее эффективными оказались категории цвета и числа [5].



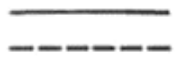



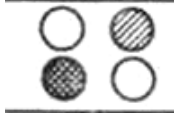

	Размер символа		Ассоциативная форма символа
	Тип линии		Абстрактная форма символа
	Длина линии	<b>Включено, Пуск</b>	Буквенная форма символа
	Ширина линии	<b>52ДЕ</b>	Буквенно-цифровая форма символа
	Штриховка		Двухмерное изображение

Рис. 57. Способы кодирования знаковой информации

Выбирая категорию кода, следует учитывать назначение и формы объекта, о котором передается информация оператору. В большинстве случаев скорость и точность различения и опознавания тем выше, чем более похож отображаемый символ на реальный объект. Например, на макете пульта управления локомотивом изучались два способа обозначения органов управления: с помощью надписей (слов) и символов, форма которых напоминала реальный объект (рис. 58). Скорость и точность поиска нужного органа управления во втором случае оказались значительно выше, чем в первом.

Обозначение объекта					Кодирование
Двигатель	Пантограф	Компрессор	Сифон	Свисток	С помощью надписей
					С помощью символов

Рис. 58. Два способа кодирования органов управления на пульте управления локомотивом [6]

Свойство конкретности и наглядности опознавательных признаков кода ускоряет процесс декодирования, поскольку в этом случае процессы различения, опознавания и декодирования осуществляются одновременно. Использование принципа конкретности, т. е. связи формы сигнала с внешним видом, со значением, смыслом кодируемого объекта, обеспечивает более продуктивное запоминание и хранение символов в памяти. Однако требование внешнего подобия отображаемого символа и реального объекта может быть выполнено не всегда. Так, например, если реальные объекты незначительно отличаются друг от друга по своей форме, то лучшие результаты дает кодирование с помощью абстрактных символов (например, геометрических фигур).

Об этом свидетельствует опыт создания одной из АСУ в строительстве. Изображение различных строительных машин (бульдозеров, скреперов, экскаваторов и др.) с помощью символов, внешне напоминающих реальные объекты, оказалось неэффективным. Из-за малых угловых размеров символов, перегрузки мелкими деталями операторы не всегда отличали один объект от другого. Применение же абстрактных геометрических фигур (квадрат, круг, треугольник, ромб и др.) значительно уменьшило (после соответствующей тренировки) количество ошибок в работе операторов [2, 6,76, 79].

В случае большого количества применяемых символов эффективным является использование мнемосхем. Мнемосхема – средство отображения информации, условно показывающим структуру и динамику управляемого объекта и алгоритм контроля и управления [6]. При этом мнемосхема должна содержать те элементы, которые необходимы оператору для контроля и управления объектом. Форма и размеры мнемосхемы должны обеспечивать оператору однозначное зрительное восприятие всех необходимых ему информационных элементов [2].

Так, для системы автоматизированного контроля технического состояния трактора в Белорусском институте дизайна (авторы Л. А. Вайнштейн, И. Т. Мохнач, Л. Н. Стожарова) была разработана мнемосхема в виде стилизованного бокового изображения трактора с размещенными внутри его контурами основных агрегатов с соответствующими символами контроля (рис. 59). Использование такой мнемосхемы позволило увеличить скорость и смысловую читаемость предъявляемого большого объема информации при минимизации размеров дисплея.

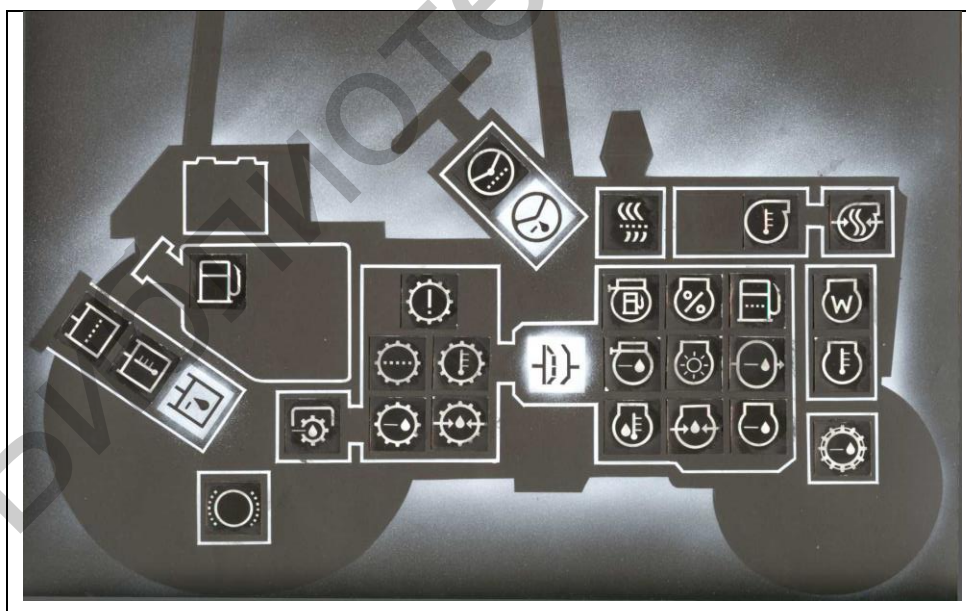


Рис. 59. Мнемосхема автоматизированной системы контроля технического состояния трактора «Беларус»

При совместном использовании мнемосхемы и соответствующих органов управления следует обеспечивать пространственное соответствие между



расположением элементов на мнемосхеме и расположением органов управления на пульте оператора.

Для каждой категории кодовых знаков вопрос о мере абстрактности (или, наоборот, наглядности) должен решаться в соответствии с конкретными требованиями деятельности оператора, а также особенностями и возможностями данной кодовой категории. При выборе категории кода нужно учитывать также и привычные ассоциации человека, его жизненный и профессиональный опыт

### 15.9. Кодирование органов управления

Для облегчения управления, уменьшения ошибок и времени поиска органа управления можно использовать различные методы кодирования. Основными способами кодирования органов управления являются [2, 74, 79]:

- кодирование с помощью пояснительных надписей;
- кодирование с помощью аббревиатурных сокращений надписи;
- кодирование органов управления с помощью символов;
- кодирование органов управления формой;
- кодирование органов управления цветом.

Одним из часто применяемых способов является кодирование с помощью *пояснительных надписей*, например, ручной тормоз. Надпись указывает назначение органа управления и дает информацию о регулируемом параметре. Надпись должна быть короткой и может выполняться на самом органе управления или же непосредственно примыкать к нему. Недостатком надписей является необходимость достаточно большого места для ее размещения, а также «языковой барьер» для разноязычных пользователей.

Кодирование с помощью *аббревиатурных сокращений* производится путем сокращения надписи, что повышает компоновочные возможности. При этом аббревиатурные сокращения могут быть, например, «вкл» или «выкл» и содержать только общепринятые сокращения. Таким образом, производится сокращение надписи «включено» или «выключено». Специальные термины могут применяться только в том случае, когда они известны всем операторам.

Большое распространение получило кодирование органов управления и их отдельных положений с помощью *символов*. В качестве символов могут применяться *абстрактные* или *ассоциативные* изображения. Широко используются различные общепринятые абстрактные символы типа «+», «-» и т. п. Абстрактные символы, требующие для восприятия специального обучения и тренировки, использовать не рекомендуется. По сравнению с абстрактными лучшей смысловой читаемостью обладают ассоциативные символы.



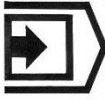

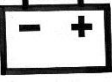



В табл. 19 показаны символы, применяемые в тракторной и автомобильной промышленности. Символы являются стандартизированными и разработаны в Белорусском институте дизайна (авторы Е. Н. Киселев и Л. А. Вайнштейн, Е. Н. Григорьев).

В качестве дополнительных способов может использоваться кодирование органов управления формой и цветом [2, 6, 79]. *Кодирование формой* наиболее целесообразно применять в том случае, когда оператор не имеет возможности визуально различать разные органы управления, а должен действовать ими, опираясь только на осязательный контроль. *Цвет как метод кодирования* органов управления наиболее эффективен в сочетании с другими методами. С помощью цвета удобно производить группирование однотипных органов управления в случае их большого количества на пульте оператора. Кроме того, с помощью цвета выделяют органы управления, выполняющие разнотипные функции. Так, например, *зеленый цвет* используется для включающих органов управления, а *красный* – для выключающих.

Выбор наиболее эффективного способа кодирования определяется конкретной системой управления, профессиональной подготовкой оператора, возможностями компоновочного пространства и др.

Таблица 19

Использование разных типов символов для кодирования органов управления и их отдельных положений

Примеры использования общепринятых абстрактных символов			
+	Увеличить, увеличение	–	Уменьшить, уменьшение
Примеры использования абстрактных символов			
	Включено – выключено		Давление воздуха в пневмосистеме
	Автоматическая подача		Давление масла
Примеры использования ассоциативных символов			
	Аккумуляторная батарея		Повышение температуры
	Обороты двигателя автомобиля		Подача топлива

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За последние годы эргономика получила заметное развитие и сформировалась как относительно самостоятельное и активно развивающееся направление науки: значительно возрос ее научно-оперативный потенциал, многократно преумножен фонд фактических и экспериментальных данных. Возросла потребность перехода от разработки частных методик к проведению комплексных исследований, обобщающих результаты теоретических и экспериментальных работ, к дальнейшей разработке методологических основ эргономики, выявлению перспектив ее развития. Как правило, исследования в этой области знания ориентированы на запросы практики, а реализация требований эргономики при эксплуатации технических систем, систем «человек – машина – среда» дает значительный эффект.

Эргономика, являющаяся инновационной научной дисциплиной, пограничной для технических и психологических наук, возникла как ответ на нужды научно-технического прогресса.

Учебное пособие написано на основе результатов инженерно-психологических и эргономических исследований, которые относятся к уже существующей технике. Но техника не стоит на месте. Она непрерывно развивается. Создаются все новые и новые технические устройства, облегчающие человеческий труд и расширяющие возможности человека в овладении природой. Новые технические средства, методы освоения IT-технологий должны отличаться высокой эргономической культурой, частью которой являются фундаментальные психологические знания о человеке и профессиональной деятельности. Причем, каких бы успехов ни достигала техника, человек был и остается главной производительной силой общества, а отношение «человек – техника» – отношением «субъект труда – орудие труда».

Создание новых образцов техники и новых технологических процессов неизбежно сопровождается изменениями требований к человеку как субъекту труда; изменяются орудия и условия труда, формируются новые виды трудовой деятельности. Каждый новый шаг в развитии техники и технологии порождает и новые проблемы, требующие эргономического исследования. Это значит, что эргономика – наука непрестанно развивающаяся. Ее развитие органически связано с научно-техническим прогрессом.

Эргономика сегодня – это разработка оптимальных методов и средств разрешения противоречий между технологическими процессами и техникой, с одной стороны, и трудовой деятельностью человека – с другой, возникающих в процессе развития производства. Ее цель – повышение производительности труда путем гуманизации техники и технологии. В целом, эргономика способствует появлению новой ценностной научной парадигмы, которая исходит из примата общечеловеческих ценностей, ориентирована на диалог и сотрудничество, базируется на идее коэволюции, сопряжении человека и техники. Именно эргономика позволяет восполнить пробел знаний, необходимых для гармонизации потенциалов техники и возможностей человека, начиная от проектирования, создания самой современной техники и заканчивая ее эффективной и безопасной эксплуатацией.

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. *Вайнштейн, Л. А.* Психология труда: курс лекций / Л. А. Вайнштейн. – Минск : БГУ, 2008.
2. *Вайнштейн, Л. А.* Эргономика : учеб. пособие / Л. А. Вайнштейн. – Минск : ГИУСТ БГУ, 2010.
3. *Дмитриева, М. А.* Психология труда и инженерная психология : учеб. пособие / М. А. Дмитриева, А. А. Крылов, А. И. Нафтульев. – Л. : ЛГУ, 1979.
4. *Зинченко, В. П.* Основы эргономики : учеб. пособие / В. П. Зинченко, В. М. Мунипов. – М. : МГУ, 1979.
5. *Мунипов, В. М.* Эргономика: человеко-ориентированное проектирование техники, программных средств и среды / В. М. Мунипов, В. П. Зинченко. – М. : Логос, 2001.
6. Основы инженерной психологии : учебник / Б. А. Душков [и др.] / под ред. Б. Ф. Ломова. – 2-е изд., доп. и пераб. – М. : Высш. шк., 1986.
7. Психология : учебник / под общ. ред. В. Н. Дружинина. – СПб. : Питер, 2000.
8. Эргономика : учеб. пособие / В. В. Адамчук [и др.] ; под ред. В. В. Адамчука. – М. : ЮНИТИ-ДАНА 1991.
9. Эргономика : учебник / В. А. Балин [и др.] / под ред. А. А. Крылова, Г. В. Суходольского. – Л. : ЛГУ, 1988.

### Дополнительная

10. *Баканов, А. С.* Эргономика пользовательского интерфейса: от проектирования к моделированию человеко-компьютерного взаимодействия / А. С. Баканов, А. А. Обознов. – М. : Ин-т психологии РАН, 2011.
11. *Беляев, А. А.* Системология организации : учебник / А. А. Беляев, Э. М. Коротков. – М. : Изд. дом «ИНФРА-М», 2000.
12. *Бодров, В. А.* Психология и надежность: Человек в системах управления техникой / В. А. Бодров, В. А. Орлов. – М. : Ин-т психологии РАН, 1998.
13. *Бодров, В. А.* Психология профессиональной деятельности: Теоретические и прикладные проблемы / В. А. Бодров. – М. : Ин-т психологии РАН, 2006.
14. *Вайнштейн, Л. А.* Психология восприятия / Л. А. Вайнштейн. – Минск : Тесей, 2005.
15. *Вайнштейн, Л. А.* Генезис психологических знаний о труде под влиянием научно-технического прогресса / Л. А. Вайнштейн // Философия и социальные науки. – Минск, 2008. – №3.
16. *Вайнштейн, Л. А.* Научное обеспечение человеческого фактора в различных технологических укладах // Наука и инновации. – 2014. – №7.
17. *Вайнштейн, Л. А.* Эргономика безопасности трудовой деятельности / Л. А. Вайнштейн // Ахова працы. – 2012. – №9.
18. *Вайнштейн, Л. А.* Эргономика: курс лекций / Л. А. Вайнштейн. – Минск : БГУ, 2009.

19. Введение в эргономику / под ред. В. П. Зинченко. – М. : Сов. радио, 1974.
20. Галактионов, А. И. Основы инженерно-психологического проектирования АСУ ТП / А. И. Галактионов. – М. : Энергия, 1978.
21. Гарретт, Д. Веб-дизайн: книга Джесса Гарретта. Элементы опыта взаимодействия. – М. : Символ-Плюс, 2008.
22. Глазьев, С. Ю. Эволюция технико-экономических систем: возможности и границы централизованного регулирования. / С. Ю. Глазьев, Д. С. Львов, Г. Г. Фетисов. – М. : Наука, 1993.
23. Глазьев, С. Ю. Мировой экономический кризис как процесс смены технологических укладов / С. Ю. Глазьев // Вопросы экономики. – 2009. – №3.
24. Голиков, Ю. Я. Психология автоматизации управления техникой / Ю. Я. Голиков, А. Н. Костин. – М. : Ин-т психологии РАН, 1996.
25. Голиков, Ю. Я. Методология психологических проблем проектирования техники / Ю. Я. Голиков. – М. : ПЕРСЭ, 2003.
26. Головач, В. В. Дизайн пользовательского интерфейса<sup>2</sup>. Искусство мыть слона / В. В. Головач [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа : [nibook 2.usetheics.ru](http://nibook.2.usetheics.ru).
27. Губинский, А. И. Эргономическое проектирование судовых систем управления / А. И. Губинский, А. И. Ефграфов. – Л. : Судостроение, 1977.
28. Джуэлл, Л. Индустриально-организационная психология : учебник / Л. Джуэлл. – СПб. : Питер, 2006.
29. Завалова, Н. Д. Образ в системе психической регуляции деятельности / Н. Д. Завалова, Б. Ф. Ломов, В. А. Пономаренко. – М. : АН СССР ; Ин-т психологии ; Наука. 1986.
30. Зараковский, Г. М. Закономерности функционирования эргатических систем / Г. М. Зараковский, В. В. Павлов. – М. : Радио и связь, 1987.
31. Зараковский, Г. М. Психофизиологический анализ трудовой деятельности / Г. М. Зараковский. – М. : Наука, 1966.
32. Квин, В. Прикладная психология / В. Квин. – СПб. : Питер, 2000.
33. Клещев, А. С. Методы и средства разработки пользовательского интерфейса: современное состояние / А. С. Клещев, В. В. Грибова. – М. : Питер Ком, 2001.
34. Котик, М. А. Курс инженерной психологии : учебник / М. А. Котик. – 2-е изд. – Таллинн : Валгус, 1978.
35. Круг, С. Веб-дизайн: книга Стива Круга или «не заставляйте меня думать!» = Don't make me think! / С. Круг ; пер. с англ. – М. : Символ-плюс, 2005.
36. Круг, С. Как сделать сайт удобным. Целесообразность по методу Стива Круга = Rocket Surgery Made Easy: The Do-It-Yourself Guide to Finding and Fixing Usability Problems / С. Круг ; пер. с англ. – СПб. : Питер, 2010.
37. Леонова, А. Б. Психодиагностика функциональных состояний человека / А. Б. Леонова. – М. : Изд-во Московского ун-та, 1984.
38. Ложкин, Г. В. Практическая психология в системах «человек – техника» : учеб. пособие / Г. В. Ложкин, Н. И. Повякель. – Киев : МАУП, 2003.

39. *Ломов, Б. Ф.* Методологические и теоретические проблемы психологии / Б. Ф. Ломов. – М. : Наука, 1984.
40. *Ломов, Б. Ф.* Человек и техника. Очерки инженерной психологии / Б. Ф. Ломов. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Сов. радио, 1966.
41. *Ломов, Б. Ф.* Психическая регуляция деятельности: Избранные труды / Б.Ф. Ломов.– М. : Ин-т психологии РАН, 2006.
42. *Магазанник, В. Д.* Человеко-компьютерное взаимодействие : учеб. пособие / В. Д. Магазанник, В. М. Львов. – Тверь : Триада, 2005.
43. Методика художественного конструирования / отв. ред. Ю. Б. Соловьев. – М. : ВНИИТЭ, 1978.
44. Методология исследований по инженерной психологии и психологии труда / под ред. А. А. Крылова. – Л. : ЛГУ, 1974 – Ч. 1 ; 1975 – Ч. 2.
45. Методы инженерно-психологических исследований в авиации / Ю. П. Доброленский [и др.] ; под ред. Ю. П. Доброленского. – М. : Машиностроение, 1975.
46. *Нильсен, Я.* Web-дизайн: удобство использования Web-сайтов = Prioritizing Web Usability / Я. Нильсен, Х. Лоранжер. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2007.
47. *Ньюстром, Дж. В.* Организационное поведение: поведение человека на рабочем месте / Дж. В. Ньюстром, К. Девис. – СПб. : Питер, 2000.
48. Об утверждении Типовой инструкции по охране труда при работе с персональными электронными вычислительными машинами : Постановление Мин-ва труда и соц. защиты Респ. Беларусь, 24 дек. 2013 г., №130 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь.
49. *Обознов, А. А.* Инженерная психология : учеб. пособие / А. А. Обознов. – М. : Изд-во «Ин-т молодежи», 1998.
50. Производственная эргономика / под ред. С. И. Горшкова. – М. : Медицина, 1979.
51. Психология XXI века : учебник / под ред. В. Н. Дружинина. – М. : ПЕРСЭ, 2003.
52. Психология труда. Эргономика : учеб. программа для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 1-23 01 04 «Психология». Рег. № ТД – Е.056/тип. / сост. Л. А. Вайнштейн. – Минск : БГУ, 2008.
53. Психология труда : учебник / под ред. А. В. Карпова. – М. : ВЛАДОС-ПРЕСС, 2004.
54. *Раскин, Дж.* Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем / Дж. Раскин. – М. : Символ-Плюс, 2004.
55. *Речинский, А. В.* Разработка пользовательских интерфейсов. Юзабилити-тестирование интерфейсов информационных систем : учеб. пособие / А. В. Речинский, С. Ф. Сергеев. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2012.
56. Руководство по эргономическому обеспечению разработки техники / В. А. Бодров [и др.]. – М. : ВНИИТЭ, 1979.

57. *Сергеев, С. Ф.* Инженерная психология и эргономика : учеб. пособие / С. Ф. Сергеев. – М. : НИИ школьных технологий, 2008.
58. *Сергеев, С. Ф.* Юзабилити-тестирование интерфейсов информационных систем в гуманитарных науках и искусстве: учеб. пособие / С. Ф. Сергеев. – СПб. : С.-Петербур. ун-т, 2012.
59. *Сергиенко, С. К.* Практикум по инженерной психологии и эргономике : учеб. пособие / С. К. Сергиенко, В. А. Бодров, Ю. А. Писаренко ; под ред. Ю. К. Стрелкова. – М. : ВЛАДОС-ПРЕСС, 2004.
60. Современная психология: справочное руководство / под ред. В. Н. Дружинина. – М. : ИНФРА-М, 1999.
61. *Стрелков, Ю. К.* Инженерная и профессиональная психология : учеб. пособие / Ю. К. Стрелков. – М. : ВЛАДОС-ПРЕСС, 2004.
62. *Сухов, А. Н.* Социальная психология безопасности : учеб. пособие / А. Н. Сухов. – М. : ВЛАДОС-ПРЕСС, 2004.
63. Теория функциональных систем в физиологии и психологии : сб. статей / отв. ред. Б. Ф. Ломов [и др.]. – М. : Наука, 1978.
64. *Толочек, В. А.* Психология труда : учеб. пособие / В. А. Толочек. – СПб. : Питер, 2016.
65. *Хакер, В.* Инженерная психология и психология труда / В. Хакер ; пер. с нем. – М. : Машиностроение, 1985.
66. Человеческий фактор / под ред. Г. Салвенди ; под ред. В. П. Зинченко, В. М. Мунипова ; пер. с англ. – М. : Мир, 1992.
67. *Шульц, Д.* Психология и работа / Д. Шульц, С. Шульц. – 8-е изд. – СПб. : Питер, 2003.
68. *Jewel, L. N.* Contemporary industrial organizational psychology. Brooks / L. N. Jewel. – New York ; London : Cole publishing Company, 1989.
69. *Krug, S.* Don't Make Me Think! A Common Sense Approach to Web Usability / S. Krug. – Indianapolis : New Riders Publishing, 2005.
70. *Lasarus, R. S.* Psychological stress and the coping prizes / R. S. Lasarus. – New York : McGraw-Hill, 1966.
71. *Meister, D.* Behavioral foundations of system / D. Meister. – New York ; London : Wiley, 1976.
72. *Nielsen, J.* Designing Web Usability / J. Nielsen. – Indianapolis : New Riders Publishing, 2001.

### **Словари и справочники**

73. Большой психологический словарь / сост. и общ. ред. Б. Г. Мещеряков, В. П. Зинченко. – СПб. : Прайм-ЕВРОЗНАК, 2003.
74. *Вудсон, У.* Справочник по инженерной психологии для инженеров и художников-конструкторов / У. Вудсон, Д. Коновер. – М. : Мир, 1968.
75. Психология труда, профессиональной, информационной и организационной деятельности (реклама, управление, инженерная психология и эргономика) :

словарь / под ред. Б. А. Душкова. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Академический Проект ; Екатеринбург : Деловая книга, 2003.

76. Справочник по инженерной психологии / под ред. Б. Ф. Ломова. – М. : Машиностроение, 1982.

77. Эргономика в определениях: материалы к терминологическому словарю / сост. Т. А. Арестова [и др.] ; отв. ред. В. М. Мунипов. – М. : ВНИИТЭ, 1980.

78. Эргономика: принципы и рекомендации / отв. ред. В. П. Зинченко. – М. : ВНИИТЭ, 1971.

79. Эргономика: принципы и рекомендации : метод. руководство. – М. : ВНИИТЭ, 1981.

80. Эргономическая оценка уровня качества промышленной продукции и технологических процессов. – М. : ВНИИТЭ, 1980.

Библиотека БГУИР



## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	5
<b>Тема 1. «Человеческий фактор» в условиях научно-технического прогресса</b> .....	7
1.1. Технологические уклады и содержание научно-технического прогресса .....	7
1.2. Влияние научно-технического прогресса на развитие знаний о трудовой деятельности человека.....	11
1.3. Парадигмы возникновения и формирования эргономики .....	21
1.4. Научно-технические предпосылки возникновения эргономики.....	23
<b>Тема 2. Эргономика: сущность, формирование, структура, история возникновения и развития</b> .....	27
2.1. Эргономика как научная и проектировочная дисциплина.....	27
2.2. Формирование понятия «эргономика» и ее взаимосвязь с другими науками .....	30
2.3. Микроэргономика, мидиэргономика, макроэргономика, коррективная и проективная эргономика .....	34
2.4. Структура и состав эргономики .....	38
2.5. История развития эргономики в СССР.....	40
2.6. История развития эргономики в БССР и в Республике Беларусь .....	48
<b>Тема 3. Условия и организация трудовой деятельности</b> .....	55
3.1. Условия труда.....	55
3.2. Тяжесть работы .....	56
3.3. Организация трудовой деятельности .....	60
<b>Тема 4. Эргономика и безопасность трудовой деятельности</b> .....	65
4.1. Решение задачи сохранения здоровья и жизни людей.....	65
4.2. Эргономические факторы, влияющие на эффективность трудовой деятельности человека.....	67
4.3. Психологические предпосылки к несчастным случаям в трудовой деятельности .....	70
4.4. Управление и мониторинг охраны труда в организации .....	74
4.5. Эргономические основы обучения безопасности трудовой деятельности .....	81
4.6. Психологические аспекты проведения инструктажа по охране труда .....	84
<b>Тема 5. Система «человек – машина – среда»</b> .....	96
5.1. Система «человек – машина – среда»: состав и общие особенности .....	96
5.2. Классификация систем «человек – машина – среда» и их особенности .....	99
5.3. Эргономические свойства системы «человек – машина – среда».....	102
5.4. Функциональные характеристики человека и машины .....	106
5.5. Адаптация человека и техники .....	110
<b>Тема 6. Операторская деятельность в системе «человек – машина – среда»</b> .....	116
6.1. Понятие деятельности в психологии и эргономике .....	116
6.2. Деятельность человека-оператора в системе «человек – машина – среда» .....	119
6.3. Виды и основные особенности операторской деятельности .....	122
6.4. Психическая регуляция деятельности человека-оператора в СЧМС .....	124
6.5. Эффективность операторской деятельности.....	128
6.6. Изменение трудовой деятельности человека в условиях развития техники.....	131
6.7. Человек-оператор и автоматизация техники.....	136
<b>Тема 7. Профессиональная деятельность человека-оператора</b> .....	140
7.1. Профессиональная пригодность .....	140
7.2. Профессионально важные качества личности .....	151
7.3. Профессиональное становление личности .....	154
7.4. Формирование личности профессионала .....	156
7.5. Факторы, влияющие на формирование личности профессионала.....	158
7.6. Прогрессивная стадия профессионального развития личности .....	160

7.7. Регрессивная стадия профессионального развития личности.....	163
7.8. Психическое выгорание .....	166
<b>Тема 8. Работоспособность человека .....</b>	<b>171</b>
8.1. Понятие и виды работоспособности .....	171
8.2. Факторы, влияющие на работоспособность.....	172
8.3. Динамика работоспособности человека .....	173
8.4. Утомление и усталость. Физиологическое и психическое утомление .....	177
8.5. Повышение работоспособности человека .....	181
<b>Тема 9. Функциональные состояния человека-оператора.....</b>	<b>187</b>
9.1. Функциональные состояния человека-оператора в процессе труда.....	187
9.2. Виды психических состояний.....	189
9.3. Континуум психических функциональных состояний .....	192
9.4. Факторы, обуславливающие динамику функциональных состояний человека.....	197
<b>Тема 10. Эргономические характеристики человека-оператора .....</b>	<b>211</b>
10.1. Антропометрические характеристики человека-оператора .....	211
10.2. Характеристики зрительной деятельности. – Пространственные и временные характеристики зрительного анализатора.....	218
10.3. Характеристики слуховой деятельности .....	226
10.4. Рабочие движения человека-оператора .....	229
10.5. Рабочие позы человека-оператора. – Удобство рабочей позы и рациональное положение тела работающего человека. – Рабочая поза «стоя». – Рабочая поза «сидя». – Вынужденные рабочие позы. – Рабочая поза «лежа» .....	234
<b>Тема 11. Эргономические свойства и показатели техники, аппаратных средств и программного обеспечения.....</b>	<b>243</b>
11.1. Формирование эргономических требований к системе «человек – машина – среда» .....	243
11.2. Эргономичность системы «человек – машина – среда» .....	248
11.3. Эргономические свойства и показатели .....	251
11.4. Юзабилити программного обеспечения. – Влияние различных факторов юзабилити на эффективность использования сайта. – Принципы и правила юзабилити .....	255
11.5. Реализация понятия «юзабилити». – Специалист по веб-юзабилити и его роль при проектировании. – Базовое образование специалиста. – Содержание деятельности юзабилити-инженера в процессе проектирования. – Юзабилити-специализации. – Юзабилити-метрики .....	259
11.6. Качество продукции и стандартизация эргономических требований. – Качество продукции. – Управление качеством. – Стандартизация эргономических требований. – Порядок применения межгосударственных стандартов .....	265
<b>Тема 12. Эргономические основы создания систем «человек – машина – среда».....</b>	<b>278</b>
12.1. Системное проектирование систем «человек – машина – среда».....	278
12.2. Эргономическое обеспечение проектирования техники .....	280
12.3. Эргономическое проектирование системы «человек – машина – среда» .....	283
12.4. Проектирование деятельности человека-оператора.....	287
12.5. Цикличность и последовательность эргономического проектирования.....	290
12.6. Эргономическая оценка технических средств и деятельности человека-оператора.....	292
<b>Тема 13. Эргономическая организация профессиональной деятельности .....</b>	<b>297</b>
13.1. Рабочее место человека-оператора: понятие, состав и классификация .....	297
13.2. Общие эргономические требования к рабочему месту .....	298
13.3. Выбор рабочей позы и параметров рабочего места .....	300
13.4. Посадочные элементы рабочего места .....	301

13.5. Организация интерьера рабочего места и офиса. – Цветовое оформление рабочего места. – Мебель. – Цветы .....	305
13.6. Офис и рабочее место .....	308
<b>Тема 14. Эргономика рабочего места, оборудованного компьютером .....</b>	<b>312</b>
14.1. Влияние компьютера на здоровье человека .....	312
14.2. Эргономика рабочего места, компьютера и дисплея. – Прием пищи за компьютером .....	316
14.3. Требования по охране труда и технике безопасности при работе с ПЭВМ. – Общие требования по охране труда. – Требования по охране труда перед началом работы. – Требования по охране труда при выполнении работы. – Требования по охране труда по окончании работы .....	322
14.4. Организация труда оператора при использовании компьютера .....	328
14.5. Профилактика утомления при работе с персональным компьютером. – Рекомендуемые комплексы упражнений для глаз. – Комплексы упражнений для снятия общего утомления.....	329
14.6. Эргономика и дизайн офиса и рабочего места, оснащенного компьютером.....	331
<b>Тема 15. Информационное взаимодействие человека-оператора и технических средств деятельности.....</b>	<b>334</b>
15.1. Средства отображения информации .....	334
15.2. Визуальная деятельность человека-оператора на основе информационных моделей .....	337
15.3. Эргономические требования к средствам отображения информации.....	342
15.4. Органы управления.....	345
15.5. Эргономические рекомендации по применению органов управления.....	350
15.6. Совместное применение средств отображения информации и органов управления.....	353
15.7. Кодирование информации.....	355
15.8. Кодирование средств отображения информации .....	356
15.9. Кодирование органов управления.....	359
<b>Заключение.....</b>	<b>361</b>
<b>Литература .....</b>	<b>362</b>

*Учебное издание*

**Вайнштейн Лев Абрамович**

## **ЭРГОНОМИКА**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

В двух частях

Часть 2

Редактор *М. А. Зайцева*

Корректор *Е. Н. Батурчик*

Компьютерная правка, оригинал-макет *О. И. Толкач*

Подписано в печать 12.09.2018. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».  
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 9,65. Уч.-изд. л. 9,9. Тираж 100 экз. Заказ 96.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий №1/238 от 24.03.2014,

№2/113 от 07.04.2014, №3/615 от 07.04.2014.

ЛП №02330/264 от 14.04.2014.

220013, Минск, П. Бровки, 6