**Рабочая зона оператора**

Человек воспринимает поступающую из окружающей среды информацию с помощью органов зрения, слуха, осязания, вкуса, обоняния, болевых чувствительностей.

Каждый из этих органов имеет свой «порог чувствительности», «пропускную способность» и «область применения» в электронных средствах. Различают т. н. «сенсорный вход» человека-оператора (зрение, слух, вкус, осязание, обоняние и т. п.) и «моторный выход» - рабочие движения рук, ног, туловища, характеризующиеся пространственными, временными и силовыми показателями.

Отметим некоторые общие свойства сенсорного входа человека-оператора.

Первое свойство. Человек не может решать простую задачу на различение одиночных моносигналов, если их число превышает 7 («магическое число 7+-2»).

В одном из опытов испытуемым предлагали различать по частоте тона в диапазоне от 100 Гц до 8 кГц. Ошибок не было при 2…3 тонах, предъявляемых отдельно. При 4 тонах начали появляться случайные ошибки. При 5 тонах число ошибок возросло, а при 14 тонах была сплошная путаница. Аналогичны опыты со зрением, с кожной и с вкусовой чувствительностью дали примерно такие же результаты.

Второе свойство. При усложнении информации (увеличении числа признаков сигналов, например, оттенка и насыщенности цветовых раздражителей) количество воспринимаемой информации увеличивается (с 7 до 11…15 цветов).

Третье свойство. Наибольшей пропускной способностью информации обладает зрительный аппарат (5 дв. ед./сек), затем слуховой (0,3 дв. ед./сек), которые наиболее и применимы в ЭС.

Четвёртое свойство. Перекодирование информации резко изменяет пропускную способность сенсорного входа оператора. Пример: дана последовательность знаков в двоичных выражениях (0 и 1): 101000100111001110, которую запомнить и воспроизвести весьма трудно. Если обозначить: 00 – 0; 01 – 1; 10 – 2; 11 – 3, тогда получим 220213032, что запоминается легче, но всё также с трудом. Если же ввести обозначения: 000 – 0; 001 – 1; 010 – 2; 011 – 3; 100 – 4; 101 – 5; 110 – 6; 111 – 7, то получим 504716, запомнить которое весьма просто.

Пятое свойство. Перегрузка информацией и дефицит времени снижают способность операторов. В одной из лабораторий американских космических исследований изучали работу операторов в кабине космического тренажёра.

Испытуемым подавали световые сигналы, на которые они должны были отвечать определённым образом. Если сигналы подавать один раз в 9-10 секунд, то операторы работали нормально; когда же темп подачи информации возрос в 10 раз (сигнал в секунду), то наблюдалась перегрузка информацией (пропуски, неверные ответы).

Интересно, отметить, что когда темп уменьшили в 10 раз по сравнению с нормальным, то пропуски и отказы также участились.

Отсюда следует, что наибольшая чувствительность и пропускная способность сенсорного входа человека является функцией частоты подачи (приёма) информации.

Всю информацию оператор получает из окружаещего его пространства, которое в совокупности представляет собой рабочую зону.

Рабочей зоной оператора обычно являются панели РЭА, на которых размещаются те или иные средства отображения информации и органы управления.

Панели оператора размещают таким образом, чтобы плоскости лицевых частей индикаторов были перпендикулярны линии взора оператора, а органы управления находились в пределах досягаемости рук.

Формы размещения панелей бывают:

- фронтальная, когда зона ограничена снизу на 700 – 750 мм от пола, в глубину (от оператора) на 500 – 600 мм и сбоку (справа и слева) расстоянием 700 – 750 мм; эти цифры являются оптимальными для нормальной работы оператора, например, в горизонтальной плоскости (рис. 1),

- трапециевидная, когда панель состоит из фронтальной панели длиной 600 – 1000 мм и развёрнутых к ней под углом в 105º двух створок длиной порядка 300 мм, при этом глубина оператора от фронтальной панели составляет порядка 375 мм,

- полукруглая (многогранная), когда минимальный радиус полукруга равен 600 мм.

Рис. 1. Зона досягаемости оператора

Размещение органов управления должно подчиняться следующим общим правилам:

* + 1. Количество и траектории рабочих движений должны быть сокращены до минимума,
		2. Органы управления надо располагать так, чтобы правой рукой выполнять наиболее ответственные операции, например, установку частоты, фокуса и т. п.
		3. Если орган управления находится рядом с индикатором, то ручка, управляемая правой рукой, должна находится правее и ниже, а ручка управляемая левой рукой, - левее и ниже индикатора,
		4. Последовательно используемые органы управления надо располагать на одной высоте слева направо или сверху вниз в вертикальных столбцах,
		5. Основные органы управления целесообразно размещать в оптимальной зоне, аварийные – в средней зоне досягаемости руки и второстепенные в зоне максимальной досягаемости.

Индикаторы зрительной информации рекомендуется размещать в оптимальных участках поля зрения, которые характеризуются в горизонтальной плоскости углом 30 – 40º и 0-30º вниз от линии взора. Наиболее важные индикаторы располагают на уровне глаз оператора или ниже. Рекомендуемое расположение индикаторных приборов на панелях стендов показано на рис. 2.

Рис. 2. Рекомендуемое расположение индикаторных приборов на панелях пультов (стендов).

Существуют некоторые общие принципы размещения приборов на панели, а именно:

* + принцип функциональной организации, когда приборы группируют исходя из общности выполняемых задач,
	+ принцип значимости, когда наиболее важные приборы, даже при редком их использовании, располагают в центре панели,
	+ принцип последовательности, когда приборы размещают строго согласно схеме их последовательного использования.

Следует добавить, что для повышения восприятия информации, представленной в виде букв, знаков и символов, индикаторы рекомендуют располагать в верхнем левом углу прибора, что объясняется навыками чтения.

Индикаторные приборы РЭА могут быть стрелочными, осциллоскопическими, в виде светового табло, сигнальных ламп и мнемосхем. При этом применяется как знаковая, буквенная, буквенно-цифровая, цветовая кодовая индикация, а также индикация символами, расположением и направлением.

При выборе стрелочных индикаторов необходимо обращать внимание на тип шкалы, её форму, размер, оцифровку, цену деления, а также на расположение и вид стрелок, указателей.

Шкалы бывают двух типов: неподвижная шкала с движущейся стрелкой и подвижная шкала с неподвижным визиром. По своей форме шкалы различаются на круглые, полукруглые, прямоугольные горизонтальные и вертикальные, шкалы типа «открытое окно» (рис. 3).

Рис. 3. Формы шкал.

При выборе типа и формы шкалы необходимо учитывать, что:

1. При малом времени считывания показаний (менее 0,5 сек) рекомендуется применять подвижные шкалы с неподвижным указателем, при этом отсутствуют поисковые движения глаз и условия считывания приближаются к условиям считывания счетчика; при увеличении времени считывания меньшими ошибками считывания обладают неподвижные шкалы с двигающейся стрелкой,
2. Применение шкал типа «открытое окно» рекомендуется для определения точных количественных данных; при этом обеспечивается самая высокая точность считывания (0,5% при времени считывания 0,12 сек); для других форм шкал точность считывания значительно меньше (круглая – 10%, линейно-горизонтальная – 27%, линейно-вертикальная – 35%),
3. Точность и скорость считывания зависит не только от формы шкалы, но и её размера; установлено, что при увеличении диаметра шкалы точность вначале возрастает, а затем падает; оптимальный диаметр круглой шкалы составляет 40 ÷60 мм; точность считывания с горизонтальных шкал до 150 мм примерно равна точности считывания с круглых шкал, а с увеличением до 250 мм резко падает,
4. Выбор типа и формы шкалы предопределяется также её назначением; для установки заданной величины параметра рекомендуют применять неподвижные горизонтальные шкалы либо подвижные круглые или полукруглые; для контрольного чтения лучшим является цифровой счетчик или шкала типа «открытое окно»; для качественного чтения применяют круглые шкалы с подвижным указателем (больше – меньше); для поверочного чтения (в допуске – не в допуске) рекомендуют круглые шкалы с движущейся стрелкой и цветовым сектором поля допуска.

Оцифровка шкал включает в себя выбор числа и размеров отметок шкал, выбор шрифта начертания знаков. Отметки на шкалах чаще всего выполняют в виде штрихов, реже – в виде точек. Они подразделяются на главные, средние и малые. Главные отметки оцифровываются. Оптимальная длина интервала между главными отметками равна 12,5÷18 мм.

Высота главных отметок должна равняться 0,5÷1 от длины интервала между ними, толщина - 5÷10% от него. Выбор числа мелких отметок в основном интервале определяет цену деления, наилучшими считаются шкалы с ценой деления 1, 5, 10. Минимальный интервал между мелкими отметками равен 1,5 мм, оптимальный - 4÷5 мм. Высота мелких делений составляет примерно 0,5 высоты главных.

Начертание цифр должно быть простым, с применением прямых линий. Лучшими шрифтами считаются шрифты Макворта и Бергера.

Цвет знаков должен резко контрастировать с фоном шкалы, который рекомендуется сделать матовым. Обычно применяют черный цвет на белом матовом фоне, но может применяться и обратное сочетание для приборов при слабой освещённости.

Поверхность шкалы не должна быть темнее поверхности панели, в то время как каркас (футляр) индикатора может быть темнее (но не чёрным и не гладко отполированным).

Рис. 4. Варианты расположения шкал, указателей, ручек управления и направления их движения.

Проектирование практически всех обслуживаемых РЭС должно производиться с учётом взаимодействия радиоэлектронного средства с человеком-оператором. Это взаимодействие подразумевает решение следующих задач:

1. избирательное восприятие и приём информации;
2. переработка полученной информации;
3. принятие решения (в соответствии с инструкцией, алгоритмом действия, созданием образа ситуации и т. д.);
4. выполнение физических действий на основе принятых решений (переключение, регулировка и т. д.);
5. проверка результатов путём принятия новой информации.

Если этим цель воздействия не достигнута, то весь цикл повторяется.

Проектирование РЭС должно вестись на основе изучения деятельности и психофизических возможностей человека-оператора, а также путей и методов согласования РЭС и оператора и вытекающих из этого требований к РЭС.

Взаимодействие человека с РЭС осуществляется в основном через лицевую панель (ЛП) или специальный пульт, на котором можно выделить:

а) средства отображения информации (СОИ) – измерительные приборы, различные индикаторы, электронно-лучевые трубки, световые табло;

б) органы управления (ОУ) – тумблеры, переключатели, регуляторы;

в) элементы коммутации – разъёмы, гнёзда, клеммы, штекера;

г) конструктивные элементы – ручки, фиксаторы, экраны;

д) поясняющие надписи, символы, мнемосхемы.

При конструировании лицевых панелей решается круг задач, связанных как с размещением на заданной площади всех составных частей, отвечающих требованиям эргономики, так и создание художественного образа изделия, отражающего влияние моды, требования рынка.

Некоторые варианты расположения шкал, указателей и ручек управления, а также направления их движения показаны на рис.4.

Эргономические показатели качества разработки лицевой панели оцениваются по удобству обслуживания, его оперативности и безопасности. Эргономические показатели можно разбить на следующие группы:

* гигиенические (освещённость, напряжённость электрического и магнитного полей, шум, вибрация и т. д.);
* антропометрические (соответствие форме, размерам тела человека и распределению по массе);
* физиологические и психофизиологические (соответствие силовым, скоростным и энергетическим возможностям человека и возможностям его зрительного, слухового и осязательного аппаратов);
* психологические (соответствие закреплённым и вновь формируемым навыкам человека и его возможностям по восприятию и выработке сигналов управления).

Разработка лицевых панелей должна быть нацелена на создание оптимальных условий работы человека-оператора, учитывающих его возможности как одного из звеньев системы «человек-машина».