

Такая изоляция работника возможна в случаях, когда человек пользуется обувью с подошвой из изолирующего материала, например резины или синтетики или когда находится на изолированной площадке или полу.

Если на операторе одежда из синтетического материала, то при нескольких поворотах плеча потенциал тела человека повышается до нескольких тысяч вольт. В таблице 1 приведены значения электрического потенциала тела человека для некоторых вариантов его обуви и носков.

Таблица 1 – Электрический потенциал тела работника относительно земли для разных способов генерации электрического заряда, (кВ)

Обувь	Носки			
	Босиком	Толстый нейлон 100%	Тонкая шерсть 100%	Проводящие носки
Спортивная с резиновой подошвой	20	19	21	21
Кожаная обувь	5	8,5	7	6
Специальная (сопротивление подошвы $10^7$ Ом)	4	5,5	5	6
Специальная (сопротивление подошвы $10^8$ Ом)	2	4	3,5	3,5

Два основных способа предотвращения появления статического электричества на теле человека на рабочем месте являются: применение антистатической одежды и заземления, применение нейтрализаторов, если заряд образовался на диэлектрических материалах и элементах.

Антистатический халат должен быть изготовлен из ткани, по крайней мере, на 50% из хлопка. Для помещений с более жесткими требованиями к электростатической безопасности необходимо применять одежду из ткани с вплетенными в нее на одинаковых расстояниях проводящими волокнами. Для повышения эффективности стекания зарядов с одежды необходимо предусмотреть ее заземление за счет специального корда.

Для обуви необходимо применять специальные электрически проводящие полоски, которые легко закрепляются на любом типе обуви. Так же, для предотвращения появления статического электричества, возможно применение специальной антистатической обуви, подошвы которой выполнены из проводящей резины. Сопротивление утечки в такой обуви составляет приблизительно 10-30 МОм, пробой при напряжении более 5 кВ не происходит.

Таким образом, в данной работе представлены механизмы появления статического электричества на теле человека и основные способы его предотвращения.

Список использованных источников:

- 1.Алексеев, В.Ф. Методика оценки устойчивости микроконтроллеров к воздействию разрядов статического электричества при ступенчатом повышении напряжения / В.Ф. Алексеев, Г.А. Пискун // Вестник РГРТУ. – 2012. – № 2 (40). – С.34-40.
- 2.Кечиев, Л.Н. Защита электронных средств от воздействия статического электричества. / Л.Н. Кечиев, Е.Д. Пожидаев // М.: Издательский Дом «Технологии», 2005. – 352 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАНЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Таранова Е.М.

Алефиренко В.М. – канд.техн.наук, доцент

Общепринятым подходом при определении инженерно-психологических характеристик является использование метода экспертных оценок. Однако, несмотря на то, что этот метод предусматривает участие профессиональных экспертов, отобранных по специальной методике, он, тем не менее, является субъективным. В связи с этим был предложен метод, основанный на непосредственном определении конкретных инженерно-психологических и эргономических характеристик приборов.

Контрольно-измерительные приборы (КИП) различных видов и марок стали неотъемлемой частью проведения всевозможных исследований как в научной так и в повседневной жизни. Часто выбор конкретной модели КИП осуществляется только с учетом требуемых технических характеристик. Что касается инженерно-психологических и эргономических характеристик, то они в большинстве случаев не учитываются потребителем. Однако эти характеристики играют важную роль при эксплуатации КИП, влияя на такие показатели оператора, как скорость, точность и своевременность выполнения измерительной операции.

Методика инженерной психологии и эргономики для анализа панелей управления (ПУ) приборов включает в себя [1, 2]:

- расчет максимально допустимых размеров ПУ КИП с учетом горизонтального и вертикального угловых размеров поля зрения человека-оператора и рабочего расстояния до ПУ;
- расчет минимально допустимых размеров ПУ КИП с учетом размеров центрального поля зрения, объема восприятия (объема оперативной памяти) человека-оператора и рабочего расстояния до ПУ;
- расчет минимально допустимых размеров компонентов ПУ КИП с учетом допустимых угловых размеров знаков, формата знака, рабочего расстояния до ПУ и угла, под которым считывается знак;
- расчет минимально допустимых размеров знаковосинтезирующих индикаторных устройств ПУ КИП с учетом минимально допустимых размеров знаков, количества знаков по горизонтали и вертикали;
- расчет прямых и обратных контрастов пассивных компонентов ПУ КИП с учетом уровня внешней освещенности;
- расчет обратных контрастов активных (светящихся) компонентов ПУ КИП с учетом максимального и минимального уровней внешней освещенности;
- определение порогового контраста для пассивных компонентов ПУ КИП;
- расчет времени информационного поиска компонентов ПУ КИП с учетом признаков формы, цвета, расположения, размеров, наличия надписей и др.;
- расчет эргономических характеристик приводных элементов органов управления с учетом допустимых усилий для человека-оператора;
- расчет типового алгоритма работы оператора, включающего определение коэффициентов стереотипности и логической сложности.

Для исследований были выбраны осциллографы, как наиболее типичные и часто используемые при проведении измерительных работ представители КИП. Был проведен предварительный анализ представленных на рынке моделей осциллографов различных ведущих фирм, таких как Agilent Technologies, Atten Instruments, Tektronix, BK Precision и др. Для дальнейшего детального анализа была выбрана модель Atten Instruments ADS1022C, имеющая более типичное для осциллографов композиционное построение панели управления (рис. 1).



Рис. 1 – Модель осциллографа Atten Instruments ADS1022C

Проведенный по предложенной методике анализ показал следующее.

Расчеты максимально и минимально допустимых размеров ПУ показали, что фактический размер  $S_{\text{ПУ } \phi}$  удовлетворяет требованию  $S_{\text{ПУ } \min} \leq S_{\text{ПУ } \phi} \leq S_{\text{ПУ } \max}$  и лежит в пределах  $0,015 \leq 0,041 \leq 0,77 \text{ м}^2$ .

Расчет минимально допустимых размеров компонентов ПУ был проведен для сложных и простых знаков. В результате расчета было определено, что минимальная высота  $H_{3 \min}$  и ширина  $B_{3 \min}$  для сложного знака составляют соответственно 4,4 мм и 2,9 мм, а для простого – 2,2 мм и 1,4 мм. Фактические размеры знаков осциллографа превышают минимально допустимые.

Расчет минимально допустимых размеров знаковосинтезирующих индикаторных устройств показал, что минимально допустимые высота  $H_{\text{И } \min}$  и ширина  $B_{\text{И } \min}$  индикатора (дисплея) осциллографа равны  $H_{\text{И } \min} = 46$  мм и  $B_{\text{И } \min} = 87$  мм при фактических 160 и 220 мм, что говорит о выполнении требований инженерной психологии.

Расчет прямых  $K_{\text{П}}$  и обратных  $K_{\text{О}}$  контрастов пассивных компонентов ПУ осциллографа показал, что для некоторых компонентов имеет место невыполнение условия  $0,6 \leq K \leq 0,95$ . Это связано с тем, что эти компоненты имеют одинаковый цвет с фоном (это хорошо видно на рис. 1). Однако необходимо отметить, что в этих случаях контраст не равен нулю, так как эти элементы имеют вокруг себя темный контур от отверстий для их установки.

Определение порогового контраста  $K_{\text{ПОР}}$  для пассивных компонентов показало несоответствие условию  $K_{\text{П}}, K_{\text{О}} \geq (10..15)K_{\text{ПОР}}$  только в случае, когда  $K_{\text{П}}$  или  $K_{\text{О}}$  равны нулю (при одинаковом цвете компонента и фона).

Для активных компонентов расчет обратных контрастов показал, что для осциллографа Atten коэффициент контраста составил 0,81, что соответствует условию, приведенному выше.

Расчет времени информационного поиска компонентов проводился по таким признакам, как функциональное назначение, форма, размеры, цвет, наличие надписи, а также по комбинации этих признаков. Результаты расчетов показали, что время не превышает 1,5 с для самого сложного случая поиска компонента.

Расчет эргономических характеристик приводных элементов органов управления проводился для органов поворотного и нажимного действия. Были рассчитаны минимально допустимые диаметры для ручек поворота  $D_{\text{ПОВ}}$  и минимально допустимые площади компонентов нажимного действия  $S_{\text{НАЖ}}$ . Для осциллографа Atten Instruments ADS1022C –  $D_{\text{ПОВ}} \geq 8$  мм,  $S_{\text{НАЖ}} \geq 67,2$  мм. Сравнение размеров ком-

понентов с полученными при расчете результатами показало полное выполнение эргономических требований.

Для проверки соответствия типового алгоритма работы оператора требованиям инженерной психологии необходимо рассчитать коэффициенты стереотипности  $Z_H$  и логической сложности  $L_H$ , а затем проверить выполнение условий:  $0,25 \leq Z_H \leq 0,85$  и  $L_H \leq 0,2$ . Для Atten Instruments ADS1022C получили  $Z_H = 0,46$  и  $L_H = 0,18$ . В данном случае корректировку алгоритма работы проводить не нужно.

На основании полученных результатов анализа было разработано экспертное заключение о степени соответствия ПУ контрольно-измерительных приборов требованиям дизайна. Таким образом, полученные результаты показали, что методика может использоваться для определения соответствия параметров ПУ сложных технических устройств требованиям дизайна.

В заключение следует отметить, что предложенный метод является более трудоемким, чем метод экспертных оценок. Однако он позволяет значительно более объективно оценить соответствие параметров приборов требованиям инженерной психологии и эргономики, так как базируется на теоретической базе этих дисциплин [2].

Список использованных источников:

1. Алефиренко, В. М. Инженерно-психологические требования к разрабатываемым интерфейсам программных средств / В. М. Алефиренко, С. М. Боровиков // Международная научно-техническая конференция, посвященная 45-летию БГУИР : тезисы докладов междунар. науч.-техн. конф., Минск, 19 марта 2009 г. – Минск : БГУИР, 2009. – С. 106, 107.
2. Основы инженерной психологии: учебник для техн. вузов / под ред. Б. Ф. Ломова. – М.: Высш. шк., 1986. – 448 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Дубочинский Р.С*

*Пачинин В. И. - канд. техн. наук, доцент*

Целью исследования, является разработка комплекса мер по улучшению системы защиты информации организации на основе выделенных типов угроз и определение приоритетных направлений ее развития на основе анализа надежности полученной системы защиты.

Для того, чтобы оценить риск информации, необходимо проанализировать все угрозы, действующие на информационную систему, и уязвимости, через которые возможна реализация угроз. Исходя из введенных владельцем информационной системы данных, можно построить модель угроз и уязвимостей, актуальных для информационной системы компании.

На первом этапе рассчитываем уровень угрозы по уязвимости ( $Th$ ) на основе критичности и вероятности реализации угрозы через данную уязвимость. Уровень угрозы показывает, насколько критичным является воздействие данной угрозы на ресурс с учетом вероятности ее реализации:

$$Th_{c,i,a} = \frac{ER_{c,i,a}}{100} \times \frac{P(V)_{c,i,a}}{100};$$

Чтобы рассчитать уровень угрозы по всем уязвимостям ( $CTh$ ), через которые возможна реализация данной угрозы на ресурсе, просуммируем полученные уровни угроз через конкретные уязвимости. Аналогично рассчитываем общий уровень угроз по ресурсу ( $CThR$ ), учитывая все угрозы, действующие на ресурс:

$$CTh = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - Th);$$
$$CThR = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - CTh);$$

Риск по ресурсу  $R$  рассчитываем по формуле:

$$R = CThR \times D;$$

$D$  – критичность ресурса и задается в деньгах или уровнях.

Для расчета эффективности введенной контрмеры необходимо пройти последовательно по всему алгоритму с учетом заданной контрмеры. Т.е. на выходе мы получим значение двух рисков – риска без учета контрмеры ( $R_{old}$ ) и риск с учетом заданной контрмеры ( $R_{new}$ ) или с учетом того, что уязвимость закрыта. Эффективность введения контрмеры ( $E$ ) рассчитываем по формуле: