

Горячкин Борис Сергеевич, Горячкин Дмитрий Борисович

МЕТОД ОЦЕНКИ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

В статье предлагается метод оценки эргономического обеспечения автоматизированной информационной системы. Оценке подвергаются интегральные эргономические параметры, которые с одной стороны характеризуют все коммуниканты системы, а с другой - коррелируются с инженерно-психологическими возможностями человека-оператора при восприятии информации через зрительный канал. Используя данный метод, можно существенно повысить эффективность работы человека-оператора в контуре управления автоматизированной системы.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2016/8/4.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2016. № 8 (110). С. 21-23. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2016/8/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

УДК 05.13

Технические науки

В статье предлагается метод оценки эргономического обеспечения автоматизированной информационной системы. Оценке подвергаются интегральные эргономические параметры, которые с одной стороны характеризуют все коммуниканты системы, а с другой – коррелируются с инженерно-психологическими возможностями человека-оператора при восприятии информации через зрительный канал. Используя данный метод, можно существенно повысить эффективность работы человека-оператора в контуре управления автоматизированной системы.

Ключевые слова и фразы: эргономическое обеспечение; информационная модель; зрительная система; человек-оператор; средство отображения; информативность; экран коллективного пользования; автоматизированная система.

Горячкин Борис Сергеевич, к.т.н.**Горячкин Дмитрий Борисович***Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана**bsgor@mail.ru; dbg88@yandex.ru*

МЕТОД ОЦЕНКИ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Создание максимально комфортных условий высокоэффективной и безошибочной деятельности человека в контуре управления автоматизированной информационной системы (АИС) представляет собой совокупность методов и средств, используемых на разных этапах разработки и функционирования системы. Эта совокупность есть не что иное как взаимосвязанные требования и проектные решения, направленные на согласование психологических, психофизических, антропометрических, физиологических характеристик и возможностей человека в структуре АИС и ее комплекса технических средств. Нахождению этих решений и посвящена настоящая статья.

Объем информации, который вынужден пропускать через себя человек, работающий с АИС или внутри АИС, огромен. И неважно, какой функционал он выполняет: является пользователем или создателем системы, требуется регулировка процесса приема информации и, как правило, выработка способов переработки, представления и передачи информации.

Принимая во внимание, что в структуре информационной системы всегда присутствует видеотерминальное устройство, в вопросах приема критичной будет зрительная информация и условия ее восприятия. Не будем забывать при этом, что 90% операторского информационного потока идет через зрительный канал.

Представленная информация должна быть удобна человеку, ее параметры должны позволять человеку-оператору (ЧО) принять ее, идентифицировать и, если нужно, предпринять те или иные ответные действия. То есть возможности зрительной системы человека, характеристики зрительного анализатора ЧО, вопросы согласования этих характеристик с параметрами технических средств могут и должны лечь в основу оценочных методов и решений.

Выходные экранные формы, как составной элемент информационной системы, должны постоянно адаптироваться к уровню знаний и действиям пользователя. Средствами для этого могут быть всплывающие подсказки на экране монитора, короткие фрагменты из руководства по техническому обслуживанию, световые и звуковые сигналы. То есть мы вправе формировать «умные» «подстраивающиеся» информационные модели (ИМ) и это, безусловно, повысит эффективность эргономического обеспечения системы, но в настоящей работе речь пойдет об анализе «базового» уровня восприятия, сопряженного с характеристиками зрительной системы человека.

При оценке яркостно-контрастных характеристик следует учесть не только технические параметры выбранных средств отображения (например, световой поток, генерируемый средством отображения излучения), но и оказывающие на них критическое влияние характеристики специфических условий функционирования, в частности, внешней освещенности и, следовательно, внешнего светового потока.

Анализ показывает, что значение предельно малых ощущаемых потоков можно принять равным $16,7 \cdot 10^{-13}$ лм, а при разработке систем, требующих повышенной чувствительности глаза к свету, – $9 \cdot 10^{-15}$ лм [4].

С учетом внешней засветки яркость изображения можно рассчитать следующим образом:

$$L = \frac{\Phi_{\text{изл}}}{2\pi(1 - \cos(\sigma)) \cdot S \cdot \cos(\alpha)} + \frac{I_{\text{вн}} \cos(\mathcal{E}) \cdot \rho}{\pi \cdot r^2}, \quad (1)$$

где $\Phi_{\text{изл}}$ – световой поток, генерируемый выбранным средством отображения; σ – плоский угол, соответствующий телесному углу обзора ИМ; S – площадь светящейся поверхности экрана; α – угол наблюдения; $I_{\text{вн}}$ – сила света внешнего источника; \mathcal{E} – угол между линией визирования и падающими лучами внешнего источника света; ρ – коэффициент отражения поверхности экрана монитора; r – расстояние от внешнего источника до центра экрана.

При оценке яркостных характеристик решается вопрос о работе в диапазоне чувствительности зрительного анализатора (данный диапазон лежит в пределах от 10^{-6} до 10^6 кд/м²). В случае восприятия в сложных условиях функционирования и учитывая трудновоспринимаемый характер отображаемой информации, необходимо сузить диапазон до уровней адаптирующей яркости (от 10 до 10^3 кд/м²) [5].

Применительно к экранам коллективного пользования (так называемый «большой» экран) минимально приемлемый уровень яркости для цветного изображения – 10-17 кд/м², а полное цветоразличение наступает при яркости 170 кд/м². Здесь, согласно ГОСТу 27833-88, под большим экраном понимается средство отображения информации коллективного пользования, предназначенное для отображения многоцветной динамической информации на статическом фоне (размер экрана – от 2 м) [3]. Наилучшие условия восприятия получаются при равных яркостях большого экрана, индивидуальных средств отображения и окружающей среды.

Оценка яркости фона (собственный яркостный фон) характеризует часть поверхности экрана, которая окружает элементы информационной модели, а также элементы, не входящие в данный момент в состав отображаемых данных. С учетом используемого диапазона яркости изображения и предпочтительных уровней яркостного контраста, диапазон допустимых значений яркости фона составит для прямого контраста:

$$L_{\text{фона}}^{\text{прям}} \rightarrow \text{от } 25 \text{ кд/м}^2 \text{ до } 2 \cdot 10^4 \text{ кд/м}^2,$$

а для обратного контраста:

$$L_{\text{фона}}^{\text{обр}} \rightarrow \text{от } 0,5 \text{ кд/м}^2 \text{ до } 400 \text{ кд/м}^2.$$

Наряду с яркостью фона, критичным показателем для определения оптимальных условий работы ЧО с монитором видеотерминального устройства, характеризующихся, в первую очередь, скоростью и точностью восприятия информации, является яркостный контраст.

Яркость фона и яркостный контраст – характеристики взаимозависимые. Предметы с различной яркостью либо часть поверхности светящегося экрана, не несущая смысловой нагрузки, но входящая в информационную модель и требующая соответствующей оценки, будут восприниматься эффективно при значительной разности величин яркости объекта и фона. Наиболее оптимальной считается величина контраста K в пределах

$$0,85 \leq K \leq 0,9. \quad (2)$$

Что касается системы отображения коллективного пользования, то для яркости и контраста не существует фиксированных границ оптимального восприятия. При повышении яркости или увеличении контраста острота зрения увеличивается, а при их понижении – уменьшается. Исключение составляет обратный контраст (светлые знаки на темном фоне), для которого повышение уровня контраста выше 0,85-0,95 приводит к снижению разрешающей способности и зрительному дискомфорту.

Второй аспект оценки – пространственные характеристики зрительного восприятия ИМ и расположение видеотерминальных устройств в операционном пространстве.

Для индивидуальных средств отображения, принимая во внимание, что размеры поля зрения влияют на качество выполнения операций, например, поиск цели, а также с учетом работы в реальном времени, целесообразно установить угловые параметры средства отображения в рамках поля ясного зрения как по вертикали, так и по горизонтали. Такой выбор оправдан, исходя из того, что в зону периферического зрения могут попадать другие предметы и объекты (информационные средства и системы, другие операторы и пр.), а в зоне центрального зрения, как правило, располагается объект управления.

Эффективное расстояние наблюдения l при работе с индивидуальными средствами отображения (например, АРМ диспетчера) составляет от 40 см до 80 см. При этом наиболее рациональной точкой размещения ИМ считается $l = 65$ см от ЧО.

Для экрана коллективного пользования, исходя из заданного угла обзора и габаритов экрана, расстояние наблюдения составит $l = 5,5$ м – 11 м. При этом следует помнить, что наиболее целесообразным и рациональным расстоянием наблюдения для большого экрана считается расстояние, превышающее ширину экрана в 2-3 раза.

Третьим блоком метода оценки будет анализ времени работы со сформированной информационной моделью. Здесь нас интересуют именно время работы с ИМ, то есть восприятие на уровне ощущения (попадания светового импульса в глаз), идентификация объектов и картин, выполнение ответных осознанных действий. При этом нужно иметь в виду все инженерно-психологические временные характеристики зрительной системы, которые в основном оценивают первый из представленных этапов временной работы.

Время экспозиции $t_{\text{эк}}$ конкретной экранной формы будет зависеть от структуры, сложности, содержательности и технических характеристик изображения, таких как четкость, контраст, яркость.

Определяющим параметром будет информативность ИМ. Каждый элемент модели имеет свой объем, который, как правило, составляет один или два байта. При представлении насыщенных моделей (а они такими и бывают, даже порой излишне) количество информации, которое необходимо воспринять и переработать оператору в единицу времени, будет весьма большим, а пропускная способность зрительного анализатора при режиме ответного действия крайне ограничена. Поэтому будет справедлива зависимость

$$t_{\text{эк}} = f(I, A, \lambda_{\text{nc}}), \quad (3)$$

где I – информативность модели; A – информационная емкость ИМ; λ_{nc} – пропускная способность зрительного анализатора.

подавляющую часть времени работы с экранной формой оператор тратит на поиск нужных символов, элементов, сложных объектов. А время информационного поиска зависит от ряда параметров:

$$t_{ин} = f(E, a, H_{\alpha}, t_{фик}), \quad (4)$$

где E – общий объем элементов ИМ (максимальное значение будет достигаться при абсолютно максимальной насыщенности информационного поля); a – объем зрительного восприятия (характеристика зрительного анализатора), зависящий от объема оперативной памяти ЧО и пространственных характеристик зрения; H_{α} – число элементов ИМ с заданным для поиска набором характеристических параметров α ; $t_{фик}$ – продолжительность зрительной фиксации.

Процесс выделения и преобразования информации, составляющий основу информационного поиска, представляет случайное сканирование по полю экрана и во многом зависит от условий восприятия [1].

Заключительный аспект метода – оценка информационных характеристик.

Информационные характеристики частных (конкретных) информационных моделей, такие как информативность I , насыщенность Ψ , коэффициент заполнения экрана KS можно выразить следующим образом:

$$\Psi = I / S, \quad (5)$$

$$A = I / KS. \quad (6)$$

При этом, имея в качестве выходных данных информационной системы некоторое множество частных ИМ – n , каждая k -ая из которых по своему насыщена и информативна, необходимо выполнение неравенства [4]

$$I_k \leq A. \quad (7)$$

Тогда, зная информационную емкость ИМ, а значит и экрана, можно осуществить разумный выбор средства отображения АИС и повлиять на выбор всего комплекса технических средств системы.

Представленный метод оценки, основанный на анализе эргономических параметров АИС, сопряженных с инженерно-психологическими характеристиками зрительной системы человека, направлен на повышение эффективности и качества деятельности человека в системе «человек – машина – среда» при одновременном сохранении здоровья человека, что собственно и является целью эргономического обеспечения автоматизированной информационной системы.

Список литературы

1. Горячкин Б. С. Влияние временных задержек в пользовательском интерфейсе автоматизированной системы управления зданием на ее эргономические характеристики [Электронный ресурс] // Инженерный вестник / МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2015. № 2. URL: <http://engbul.bmstu.ru/doc/756802.html> (дата обращения: 18.08.2016).
2. Горячкин Б. С. Шкала для оценки эргономичности способов отображения информации [Электронный ресурс] // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2014. № 5. URL: <http://technomag.bmstu.ru/doc/711864.html> (дата обращения: 18.08.2016). DOI: 10.7463/0514.0711864.
3. ГОСТ 27833-88. Средства отображения информации. Термины и определения [Электронный ресурс]. URL: <http://gostexpert.ru/gost/gost-27833-88> (дата обращения: 20.08.2016).
4. Ломов Б. Ф. Справочник по инженерной психологии. М.: Машиностроение, 1982. 368 с.
5. Основы инженерной психологии / Б. А. Душков и др.; под ред. Б. Ф. Ломова. М.: Высшая школа, 1986. 448 с.

METHOD TO EVALUATE ERGONOMIC MANAGEMENT OF AN AUTOMATED INFORMATION SYSTEM

Goryachkin Boris Sergeevich, Ph. D. in Technical Sciences

Goryachkin Dmitrii Borisovich

Bauman Moscow State Technical University

bsgor@mail.ru; dbg88@yandex.ru

The article proposes a method to evaluate ergonomic management of an automated information system. The authors assess integral ergonomic parameters, which, on the one hand, characterize all the communicants of the system and, on the other hand, correlate with engineering and psychological potentials of the human-operator when perceiving information through the visual channel. This method allows substantial raise of the human-operator's working efficiency in the control loop of an automated system.

Key words and phrases: ergonomic management; information model; visual system; human-operator; display facilities; informativeness; remote viewing display; automated system.