

С. А. АЛЕКСЕЕВ

ТЕХНОЛОГИЯ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ИНТЕГРИРОВАННОЙ АСУ

Рассматриваются вопросы применения технологий эргономического обеспечения при проектировании автоматизированного рабочего места, являющегося необходимым компонентом интегрированной АСУ для пользователей, имеющих гуманитарное образование.

Ключевые слова: эргономическое обеспечение, автоматизированная система управления, корпоративная сеть.

Происходящие в современном обществе процессы всеобщей глобализации позволяют с уверенностью утверждать, что в ближайшее десятилетие создание новых информационных технологий будет являться приоритетным направлением развития теории автоматизации управления, создания интегрированных автоматизированных систем управления сложными иерархическими социальными организационно-техническими системами, к которым, в частности, с полным основанием могут быть причислены и региональные организации культуры, относящиеся к сугубо гуманитарной сфере. Рабочие места руководителей организаций культуры и подчиненных им подразделений должны быть оснащены средствами вычислительной техники различной конфигурации, которые функционируют при поддержке определенного программного и информационного обеспечения. При этом результаты опроса показали, что более 90 % пользователей автоматизированного рабочего места (АРМ) в этих организациях имеют гуманитарное образование. Исследование различий в восприятии объективной реальности людьми, имеющими гуманитарное и техническое образование, относится к ведению социологии и психологии. В настоящей статье приводятся некоторые рекомендуемые количественные оценки общих эргономических требований к проектированию человекокомпьютерного интерфейса АРМ, полученные в результате исследования восприятия информации с экрана монитора пользователем АРМ, имеющим гуманитарное образование.

Человекокомпьютерный интерфейс (далее, для краткости, — интерфейс) следует понимать как совокупность способов и средств обмена информацией между пользователем и средствами вычислительной техники АРМ. К элементам интерфейса принято [1—4] относить:

— способы и формы предъявления информации, отражаемой на экране видеомонитора;

- форматы и элементы данных, используемых при вычислениях;
- режимы управления, реализуемые пользователем, командный язык, устройства и способы ввода пользователем данных;
- диалоговые методы и методы взаимодействия пользователя со средствами вычислительной техники;
- способы диагностики ошибок пользователя и подсказки.

К интерфейсу АРМ предъявляются следующие общие эргономические требования:

- 1) интерфейс должен проектироваться с учетом психофизиологических особенностей человека, а также его образовательного уровня, что определяет такие характеристики, как внимание, ощущения, восприятие, память, мышление, моторика и т.п.;
- 2) интерфейс должен обеспечивать максимальную реализацию потенциальных возможностей пользователя;
- 3) интерфейс должен способствовать быстрому освоению пользователем алгоритмов деятельности;
- 4) интерфейс должен быть спроектирован так, чтобы пользователь вводил данные естественным образом, не заботясь о ходе вычислительного процесса, необходимо также, чтобы синтаксическая структура интерфейса была согласована с ожиданиями пользователя;
- 5) интерфейс должен постоянно находиться под контролем пользователя, никакие действия которого не должны приводить к тупиковой ситуации или зависанию программы;
- 6) интерфейс должен обеспечивать возможность легкого исправления ошибок пользователя, при этом пользователь должен быть избавлен от необходимости ввода излишней информации или повторного ввода данных, уже имеющихся в памяти компьютера;
- 7) обратная связь и справки должны обеспечивать пользователя информацией, позволяющей ему управлять диалогом, распознавать и исправлять ошибки, а также определять его последующие действия;
- 8) интерфейс должен реализовывать все четыре вида диалога: меню, команды, манипуляции, заполнение форм, в каждой задаче управления пользователю должно быть предложено не менее двух видов диалога.

Кроме перечисленных общих эргономических требований, предъявляемых к проектируемому интерфейсу АРМ, необходимо рассмотреть требования к световым величинам, влияющим на работу пользователя, реализующего именно диалоговый режим с АРМ. Основной задачей исследователей [5—10] в области световых характеристик был поиск значений световых величин, при которых пользователю, работающему с видеомонитором, могут быть обеспечены оптимальные условия, что, в свою очередь, позволит обеспечить высокую эффективность его деятельности. В табл. 1 предложены нормативные значения световых величин для работы пользователя за терминалом АРМ. В исследовании принимали участие специалисты, имеющие только гуманитарное образование.

Таблица 1

Световая величина	Фон экрана	
	светлый	темный
Оптимальная освещенность рабочего стола, лк	300	700
Максимальная яркость источника света, кд/м	150	600
Яркость фона экрана, кд/ м	25	6
Максимальная яркость изображения, кд/ м	—	200
Контрастность изображения	5:1	10:1
Отношение яркости изображения к яркости экрана	5:1	20:1

Наряду с абсолютными (нормативными) значениями световых величин существенное значение при работе пользователя АРМ имеют и их соотношения, обусловленные разными

вариантами размещения источников света. Причинами снижения эффективности деятельности оператора в этом случае могут являться:

- неудачное расположение экрана видеомонитора АРМ по отношению к источникам света в функциональном помещении;
- неудачное соотношение общей освещенности и контрастности изображения.

Следствием первой причины является „блесткость“ и ослепляющий эффект экрана видеомонитора, а вторая ведет к снижению зрительной активности пользователя, что обусловлено частичной аккомодацией глаз и необходимостью их адаптации при переводе взора с документа на экран и обратно.

При кодировании информации должны соблюдаться общие эргономические требования. Рассмотрим некоторые из них.

Выбор вида алфавита. Различные качественные характеристики (признаки) элементов информационной модели устройства управления АРМ, отображающих управляемые параметры объекта (образа) и ситуацию управления в интегрированной АСУ, могут кодироваться различными способами: условными знаками, буквами, цифрами, цветом, яркостью, частотой мелькания и др. Каждый способ кодирования предполагает выбор вида алфавита (категории кодирования). Установлено, что при решении оператором различных задач управления (поиск информации, ее распознавание и классификация, декодирование и т.п.) проявляются преимущества тех или иных видов алфавитов, поскольку различные признаки отображаемых элементов информационной модели определяют и различную эффективность решения задач. Поэтому выбор вида алфавита должен осуществляться с учетом задач, решаемых оператором АРМ, а также с учетом специфики его деятельности.

Экспериментально были установлены преимущества цветового кодирования в задачах поиска и распознавания информации, а в задачах классификации управления — буквенно-цифрового кодирования и кодирования посредством изменения формы сигнала; худшие показатели наблюдались при цветовом кодировании и кодировании путем изменения яркости.

При оценке качества различных алфавитов в задачах поиска нужных элементов информационной модели, отображаемых на экране видеомонитора АРМ, может использоваться такой показатель, как средняя длительность зрительной фиксации (табл. 2).

Таблица 2

Вид алфавита	Средняя длительность фиксации, мс
Простые геометрические фигуры	180
Пространственная ориентация фигур	220
Размер фигур	340
Сложные условные знаки	300
Буквы, цифры	300
Динамические характеристики элемента информационной модели	280
Яркостная отметка цели на экране монитора АРМ	370
Ситуация, обозначенная условными знаками	640

Определение основания кода (длина алфавита). Известно, что одним из наиболее важных ограничений степени эффективности работы оператора является фактор различимости элементов изображения. Среднее значение показателя эффективности работы оператора при предъявлении одномерных визуализированных алфавитов составляет 2,6 дв.ед. при стандартном отклонении 0,6 дв.ед., что соответствует 6,5 различных градаций одномерного зрительного сигнала. Общий диапазон изменения числа абсолютно различимых градаций составляет от 4 до 16 в зависимости от используемого признака.

Выбор мерности кода. Установлено, что различимость сигналов оператором улучшается с увеличением их мерности — числа признаков, по которым они различаются. При использовании многомерных сигналов (элементов информационной модели) возникает вопрос

о выборе оптимального соотношения числа переменных признаков сигнала и числа градаций каждого из признаков. Экспериментально доказано, что при мерности сигнала до значения четырех (например, форма, размер, цвет, пространственная ориентация) их различимость значительно возрастает, и, следовательно, увеличивается скорость обработки информации.

Определение доминирующего признака. В многомерных сигналах выделяют доминирующие и второстепенные признаки. Установлено, что иерархия признаков в многомерном коде соответствует рангам эффективности процесса различения этих признаков при одномерном кодировании. Наибольшую эффективность зрительного различения сигнала обеспечивают такие признаки, как цвет и форма. В качестве доминирующего признака для кодирования наиболее важных параметров и характеристик объекта (образца) рекомендуется использовать категорию кодирования, обеспечивающую максимальную различимость сигнала. Например, если в информационной модели в основном используется знаковое кодирование, то доминирующим признаком должен быть контур знака.

Определение меры абстрактности кода. Возможны различные варианты приближения кодовых знаков к известным правилам кодирования управляемых параметров объекта (образа) или анализируемых характеристик ситуаций управления: „конкретный“ код, который отражает суть кодируемого объекта (символы образной или абстрактной формы), и „абстрактный“ код, не отражающий сути кодируемого объекта. В соответствии с мерой абстрактности кода принято выделять следующие типы сигналов (элементов информационной модели): абстрактные, схематические, иконические и пиктографические.

Для каждой категории кодовых знаков вопрос о мере абстрактности должен решаться в соответствии с особенностями конкретной категории. Буквы и цифры являются абстрактным кодом, но они могут в явном виде отражать кодируемые объекты, т.е. они „приближаются“ к конкретному коду. При цветовом кодировании рекомендуется использовать цвета, возможно точно (с позиций оператора) отображающие реальность. Например, сигналы опасности должны иметь теплые тона (красный, оранжевый), безопасные — холодные (зеленый, синий); красный цвет — запрещающий и аварийный сигналы, желтый — внимание, зеленый — разрешение.

При выборе меры абстрактности кода следует опираться на системы знаний, сложившиеся и прочно закрепленные в опыте человека, вообще, и операторов конкретных АРМ, в частности: поэтому буквы — это имена, цифры — количественные параметры и характеристики, цвет — значимость.

Компоновка кодового знака. Существуют общие эргономические требования к построению кодовых знаков, а именно:

— при построении алфавита кодовых знаков необходима четкая и последовательная классификация символов внутри алфавита;

— основной признак кодируемого объекта — это контур знака, который должен представлять замкнутую фигуру;

— знак должен иметь не только контур, но и дополнительные детали;

— дополнительные детали не должны пересекать или искажать основной символ;

— не рекомендуется перегружать знак внутренними или внешними деталями: использование букв внутри и снаружи контура знака затрудняет его различение; предпочтительно использовать симметричные символы, поскольку они легче усваиваются оператором, лучше сохраняются как в оперативной, так и в долговременной памяти;

— в пределах одного алфавита не рекомендуется использовать следующие различительные признаки: число элементов, отображающих объект или его протяженность, отличия по принципу „позитив — негатив“ или по прямому или зеркальному отображению;

— различимость знаков должна обеспечиваться также их угловым размером, яркостью и контрастом относительно фона.

Минимально возможные угловые размеры знаков и степень контраста определяются количеством элементов в знаке (табл. 3).

Таблица 3

Количество элементов в знаке	Минимальный угловой размер знака, ...'	Величина контраста знака и фона	Минимальный линейный размер знака, мм
2—3	10—18	75	1,8—2,7
4—6	20—35	85	3,0—5,2
7—8	40—60	90	6,0—9,0

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что работа над повышением эргономичности интерфейса пользователя АРМ, имеющего общее гуманитарное образование, должна вестись, *во-первых*, путем проведения широких экспериментальных исследований, включающих и экспертные методы, и, *во-вторых*, путем разработки интерактивных имитационных программ и информационных моделей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Персональные автоматизированные информационные машины и дисплейные комплексы / Л. А. Соломонов, Ю. Н. Филиппович, В. Л. Шульгин. М.: Высш. школа, 1990.
2. Трахтенгерц Э. А. Компьютерная поддержка принятия решений М.: Синтег, 1998.
3. Шапиро В. И. Организация операторского интерфейса в АСУТП мощных энергоблоков // Теплоэнергетика. 1993. № 2. С. 24—34.
4. Шлаен П. Я., Львов В. М. Эргономика для инженеров. Тверь: Изд-во ТГУ, 2004.
5. Авиационные цифровые системы контроля и управления / Под общ. ред. В. А. Мясникова, В. П. Петрова. Л.: Машиностроение, 1976.
6. Анохин А. Н., Острейковский В. А. Вопросы эргономики в ядерной энергетике. М.: Энергоатомиздат, 2001.
7. Рабочие материалы к руководству по эргономическому обеспечению / П. М. Елизаров, В. М. Львов, П. Я. Шлаен. Тверь: Эргоцентр, 1995.
8. Заренин Ю. Г. Надежность и эффективность АСУ. Киев: Техника, 1975.
9. Человеческий фактор: Пер. с англ. / Под общ. ред. Г. Салвенди. М.: Мир, 1991.
10. Эргономика / Под ред. В. В. Адамчука. М.: ЮНИТИ, 1999.

Сведения об авторе

Сергей Алексеевич Алексеев

— канд. техн. наук, профессор; Санкт-Петербургская государственная академия театрального искусства, кафедра менеджмента исполнительских искусств; E-mail: ksgati@tart.spb.ru

Рекомендована кафедрой менеджмента исполнительских искусств

Поступила в редакцию 07.05.09 г.