

УДК 004.514.62

Проблема ЧМБИ

ПРОБЛЕМА ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

В то время как проблема программирования АСУТП отошла на второй план благодаря мощным SCADA-технологиям, проблемы, обусловленные слабым учётом человеческого фактора (ЧФ), часто выходят на первый план.

Происходит это отчасти из-за того, что человек-оператор — самое слабое звено в процессе управления производством, отчасти из-за слабой эргономической культуры проектировщиков.

Инженер-проектировщик, пользуясь ТЗ и техническими спецификациями, с помощью средств SCADA-системы “собирает” интерфейс. Основной своей задачей инженер считает полностью обеспечить оператора набором функциональных возможностей, предписанных проектными спецификациями. Из одних и тех же “интерфейсных кубиков” можно собирать различные пользовательские интерфейсы с одинаковой функциональностью. Разрабатывая ПИ, инженер руководствуется, как правило, лишь собственным опытом и знаниями, иногда применяет первое попавшееся проектное решение (интерфейсное) и оставляет его в таком виде до тех пор, пока не возникнут серьёзные нарекания. Иногда инженер из лучших побуждений просто “копирует” интерфейсные решения из аналогов или старых прототипов АРМ. Так размножаются грубые эргономические ошибки [1].

В продвинутых фирмах совместно с инженером-проектировщиком работают инженер-технолог и даже иногда художник-конструктор (“дизайнер”). Это серьёзное подспорье. Но технолог не знает, например, тонкостей восприятия информации человеком, а дизайнер заботится в основном лишь об эстетической и художественной стороне визуализации ПИ. Не всё, что “классно нарисовано”, эффективно работает.

Разработчики программных комплексов иногда склонны рассматривать функциональность системы отдельно от её пользовательского интерфейса. При этом предполагается, что ПИ есть своего рода дополнение к функционально-

сти системы. Со своей стороны, пользователи программ, как правило, не разделяют функциональность и пользовательский интерфейс. Для пользователей именно ПИ является программой. Для них, если интерфейс хороший, стало быть, и сама программа хороша и удобна.

Пользовательский интерфейс часто понимают только как внешний вид программы. Однако на деле пользователь воспринимает через ПИ всю систему в целом, а значит, такое понимание ПИ слишком узко. В действительности ПИ включает в себя все аспекты дизайна, которые оказывают влияние на взаимодействие пользователя и системы.

Проектирование ЧМИ превратилось в самостоятельную проблему, часто превосходящую по сложности проблему разработки кодов программы, и требует, как и процесс проектирования любой сложной системы, соответствующих методов, средств и усилий квалифицированных специалистов. Само применение термина “человеко-машинный интерфейс” представляет собой попытку разработчиков программного обеспечения отделить, по крайней мере концептуально, функциональное назначение программных продуктов от проблем, связанных с организацией взаимодействия пользователя с этими продуктами. Такое разделение — необходимое условие создания “дружественных” интерфейсов по отношению к пользователям программных продуктов. Само понятие дружелюбности — не одномерная величина, а вектор, содержащий согласно международной классификации семь

компонентов:

- соответствие задачам, решаемым пользователем;
- легкость применения;
- управляемость;
- соответствие ожиданиям пользователя;
- устойчивость к ошибкам;
- адаптируемость/индивидуализируемость;
- легкость изучения.

А согласно [3]:

«4.3. Практичность (Usability) – набор атрибутов, относящихся к объему работ, требуемых для использования и индивидуальной оценки такого использования определенным или предполагаемым кругом пользователей.

Примечания. «Пользователи» могут интерпретироваться как большинство непосредственных пользователей *интерактивного программного обеспечения*. Круг пользователей может включать операторов, конечных пользователей и косвенных пользователей, на которых влияет данное программное обеспечение или которые зависят от его использования. Практичность должна рассматриваться во всем разнообразии условий эксплуатации пользователем, которые могут влиять на программное обеспечение, включая подготовку к использованию и оценку результатов.

Практичность, определенная в данном стандарте как конкретный набор атрибутов програм-

мной продукции, отличается от определения с точки зрения эргономики, где рассматриваются как составные части практичности другие характеристики, такие, как эффективность и неэффективность».

Современные подходы к проектированию человеко-машинного интерфейса (ЧМИ) базируются на определенной методологической основе, которая выделяет три ключевые проблемы организации процесса проектирования ЧМИ: идентификацию информации, необходимой для проектирования, определение и структурирование собственно процесса проектирования и, наконец, цели и порядок проведения эргономической экспертизы. Для иллюстрации сложности этого процесса приведем без комментариев две схемы, характеризующие процесс проектирования ЧМИ (рис. 1).

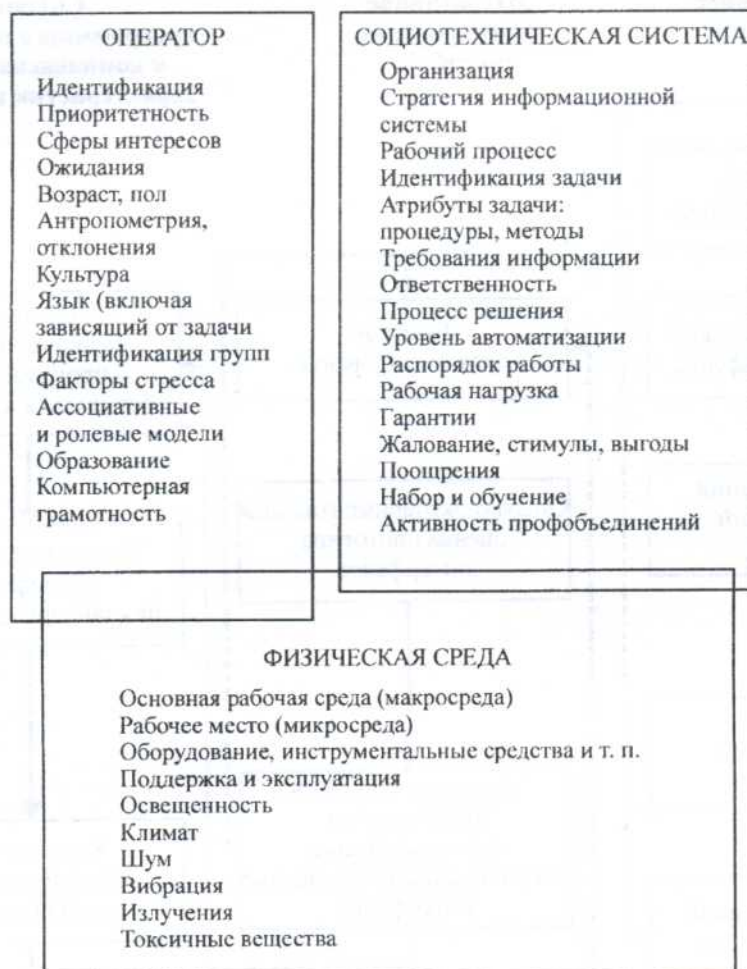


Рис. 1. Обобщенная структура информации, необходимой для проектирования

Среди задач, которые необходимо решать при проектировании интерфейса, можно выделить:

проектирование деятельности оператора по выполнению конкретных работ с помощью создаваемой системы;

проектирование архитектуры и функций интерфейса;

концептуализацию и реализацию форм диалога;

разработку техники общения оператора с интерфейсом, форматов отображения информации и т. д.

Перечисленные задачи взаимосвязаны и поэтому в процессе проектирования интерфейсов решаются в определенной последовательности.

Для значительного числа подходов к проектированию интерфейсов основные принципы таковы:

ориентация на потенциального пользователя (оператора) на всех этапах создания системы;

интерактивность и итеративность процесса проектирования;

опытно-экспериментальная проверка проекта интерфейса на каждом этапе его разработки.

В [2] предлагалась итеративная модель разработки пользовательского интерфейса, которая бы использовала постоянный циклический контроль качества и проверку функционирования

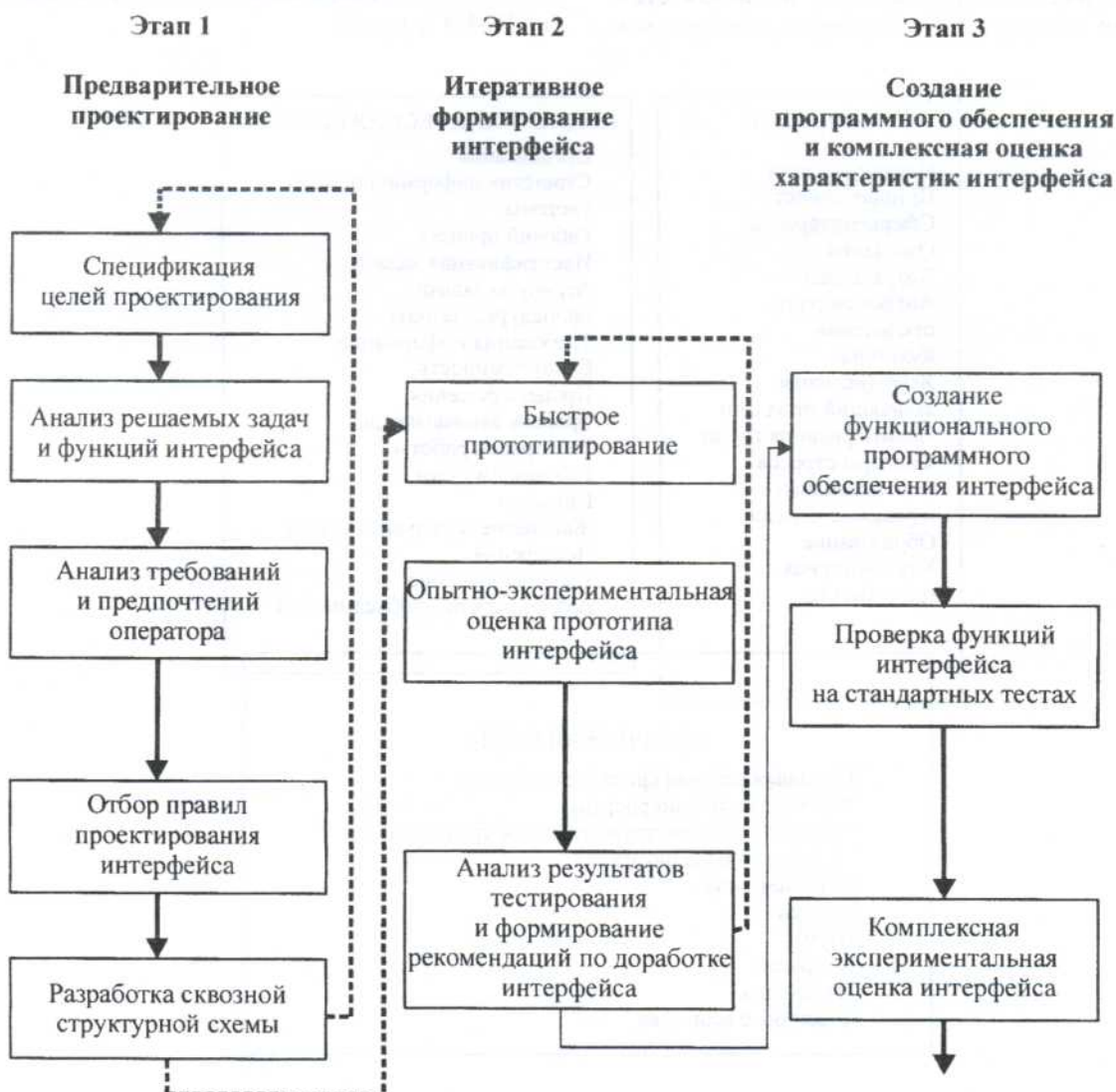


Рис. 2. Модель разработки пользовательского интерфейса



(рис. 2). Согласно [4] существует несколько методик оценки качества ЧМИ.

Методы оценки ЧМИ по показателям качества

Методы определения показателей качества ЧМИ различаются как по способам получения информации о ЧМИ (измерительный, регистрационный, органолептический, расчетный), так и по источникам получения информации (традиционный, экспертный, социологический).

Несмотря на многообразие методов, в большинстве случаев проверку качества всегда выполняет эксперт с большим опытом работы, который может помочь в улучшении эргономики ЧМИ. И привлечение специалистов было бы самым эффективным способом, однако проблема в том, что их очень мало, а подготовка собственных кадров может занимать длительное время и имеет смысл лишь тогда, когда фирма профессионально занимается созданием ЧМИ.

Автором также предлагается использовать итеративный подход к созданию интерфейса (т. е. цикл создания, оценки, изменения). Цикл должен повторяться до тех пор, пока результаты оценки не станут удовлетворительными. Однако для проверки качества интерфейса и пути возможного решения возникающих проблем желательно использовать нейронные сети.

Для этого необходимо спроектировать интерфейс в виде непрерывного автомата, который затем можно реализовать в виде нейронной сети. Покажем возможность этого.

Класс функций, вычисляемый с помощью нейронных сетей, замкнут относительно линейных операций. Действительно, пусть есть нейронные сети S_1, S_2, \dots, S_k , которые вычисляют функции F_1, F_2, \dots, F_k от вектора входных сигналов x . Линейная комбинация $a_0 + a_1 F_1 + a_2 F_2 + \dots + a_k F_k$ вычисляется сумматором с весами $a_0, a_1, a_2, \dots, a_k$, на вход которого подаются выходные сигналы сетей S_1, S_2, \dots, S_k . Разница в числе тактов функционирования этих сетей до получения ответа легко компенсируется "линиями задержки", составленными из связей с единичным весом.

Кроме того, класс функций, вычисляемый с помощью нейронных сетей, замкнут относительно унарной операции, осуществляемой нелинейным преобразователем сигнала, входящим в состав нейрона: если сеть S вычисляет функцию F , то, подавая выход этой сети на вход нелинейно-

го преобразователя, получим на его выходе функцию $j(F)$.

Используя теорему Колмогорова, которая доказывает, что каждая непрерывная функция n переменных, заданная на единичном кубе n -мерного пространства, представима в виде

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{q=1}^{2n+1} h_q \left[\sum_{p=1}^n \varphi_q^p(x_p) \right],$$

где функции $h_q(u)$ непрерывны, а функции $\varphi_q^p(x_p)$, кроме того, еще и стандартны, т. е. не зависят от выбора функции f , можно показать, что множество функций, вычисляемых нейронными сетями с заданной непрерывной нелинейной характеристической функцией, плотно в пространстве непрерывных функций от входных сигналов.

Если есть возможность с любой точностью приблизить любую непрерывную функцию и нет ограничений на способы соединения устройств, то можно сколь угодно точно имитировать работу любого непрерывного автомата. Покажем это.

Каждый автомат имеет несколько входов (n), несколько выходов (p) и конечный набор (s) параметров состояния. Он вычисляет $s + p$ функций от $n + s$ переменных. Аргументы этих функций — их входные сигналы (n) и текущие параметры их состояния (s). Значения функций — их выходные сигналы (p) и параметры состояния на следующем шаге (s). Каждый такой автомат можно представить как систему из $s + p$ более простых автоматов (рис. 3). Эти простые автоматы вычисляют по одной функции от $n + s$ переменных. Смена состояний достигается за счет того, что часть значений этих функций на следующем шаге становится аргументами — так соединены автоматы (см. рис. 3). Таким образом, без потери общности можно рассматривать сеть автоматов как набор устройств, каждое из которых вычисляет функцию нескольких переменных $f(x_1, \dots, x_n)$. Этот простой, но фундаментальный факт позволяет использовать предыдущие результаты. Нейронные сети дают возможность с любой точностью вычислять произвольную непрерывную функцию $f(x_1, \dots, x_n)$. Следовательно, с их помощью можно сколь угодно точно аппроксимировать функционирование любого непрерывного автомата.

Спроектированную таким образом сеть можно использовать для получения временных параметров срабатывания объектов управления

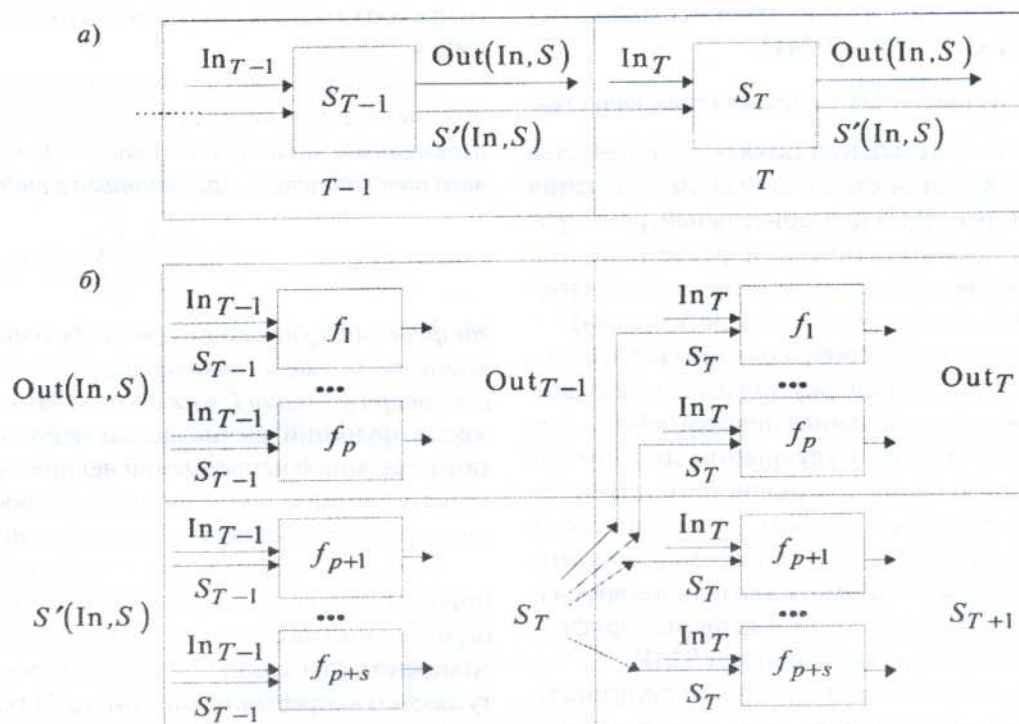


Рис. 3. Представление общего автомата с помощью модулей, вычисляющих функции многих переменных от входных сигналов: а – функционирование автомата; б – разложение его на отдельные модули

In, Out – входные и выходные сигналы; S – параметры состояния; T – дискретное время; $Out(In, S)$ – зависимость выходных сигналов от значений входных и параметров состояния; $S'(In, S)$ – зависимость состояния в следующий момент дискретного времени от входных сигналов и текущего состояния; $f_1 - f_p$ и $f_{p+1} - f_{p+s}$ – функции переменных (In, S) компонент вектора соответственно $Out(In, S)$ и $S'(In, S)$; $T, T \pm 1$ – индексы, соответствующие моментам времени

ЧМИ. Также на основе нейронных сетей я предлагаю проводить проверку не только временных параметров, но также эмоциональной оценки интерфейса (цветовой гаммы, насыщенности), так как очевидно, что эти параметры очень сильно будут влиять на работу оператора. Использование правильно обученных нейронных сетей позволит применить опыт экспертов при оценке

интерфейса, одновременно автоматизировав и стандартизировав процесс оценки.

В статье рассмотрен метод создания человеко-машинного интерфейса при помощи нейронных сетей. Данный метод позволит использовать плюсы экспертных оценок, одновременно автоматизировав и стандартизировав процесс оценки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перевалов Я.М. Проблемы проектирования пользовательских интерфейсов SCADA-систем: Докл. на IV Всерос. конф. «Разработка АСУТП в системе «Трейс Моуд»: задачи и перспективы» // www.usability.ru

2. Перевалов Я.М. Технологии проектирования пользовательских интерфейсов АРМ АСУТП: Докл. на V Всерос. конф. «Разработка АСУТП в системе «Трейс Моуд»: задачи и перспективы» // www.usability.ru

3. ГОСТ 28195-89. Оценка качества программных средств.

4. ГОСТ ИСО/МЭК 9126-93. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению.

5. О важности эргономики / Susan Dray. Переводчик: Александр Бельшук. Interaction, янв. 1995.