

Л.И. Курзанцева

Разработка адаптивного человеко-машинного интерфейса с использованием множества критериев оценки его качества

Рассмотрены результаты разработки теоретических положений и инженерно-технических решений по созданию интерфейса, обеспечивающего взаимную адаптацию пользователя и системы. Предложены способ разработки адаптивного интерфейса с использованием набора критериев оценки его качества, его макет и методика комплексного исследования эффективности его применения.

The results of the development of theory and engineering solutions to create an interface that provides mutual adaptation of a user and a system are considered. The way to develop an adaptive interface using the multi-criteria assessment of its quality, the model of the adaptive interface and the technique for the integrated research on the effectiveness of its application are suggested.

Розглянуто результати розробки теоретичних положень та інженерно-технічних рішень у створенні інтерфейсу, який забезпечує взаємну адаптацію користувача і системи. Запропоновано спосіб розробки адаптивного інтерфейсу з використанням набору критеріїв оцінки його якості, його макет і методика комплексного дослідження ефективності його застосування.

Введение. Оценка качества интерфейса известными методами, в основном, проводится на этапе завершения разработки, когда законченное изделие тестируется как пользователями, так и экспертами [1–3]. При этом всесторонней оценки ни один из методов не дает, наиболее полная оценка возможна лишь при совместном использовании нескольких методов, что значительно повышает трудоемкость и стоимость оценки. Кроме того, на этапе проектирования оценить качественно и количественно будущую разработку или проанализировать влияние тех или иных особенностей реализации на характеристики интерфейса с помощью этих методов невозможно. К тому же, несмотря на наличие большого количества критериев, освещенных в отечественных и зарубежных источниках информации, автору неизвестны критерии и методы для формализованной оценки взаимной адаптации интерфейса. Все это говорит о том, что задача создания адаптивного интерфейса с оценкой его качества на этапе проектирования актуальна для разработчиков современных интерфейсов.

Постановка задачи

Цель статьи – отражение результатов разработки теоретических положений и инженерно-технических решений по созданию интерфейса, обеспечивающего взаимную адаптацию пользователя и системы.

Особенности подхода к разработке архитектуры и структуры адаптивного интерфейса с использованием множества критериев оценки его качества

Способ оценки качества интерфейса был разработан с учетом: множества критериев оценки качества как исходной базовой информации для формирования набора критериев; методов оценки качества как базовой информации для разработки способа; положений стандартизации, поскольку ряд показателей должен находиться в рамках стандартов; типичных категорий пользователей системы, поскольку интерфейс разрабатывается для их нужд [3–5].

Для оценки качества интерфейса предлагается следующее множество критериев B , включающее в себя требования пользователя к аппаратно-программной платформе интерфейса ($P_{\text{инт}}$) и требования к удобной для пользователя работе с системой при применении данного интерфейса ($Y_{\text{пол}}$):

$$B = \{P_{\text{инт}}, Y_{\text{пол}}\}. \quad (1)$$

В свою очередь:

$$P_{\text{инт}} \supseteq \{T, \Phi, \Gamma\}; Y_{\text{пол}} \supseteq \{H, D, K\}. \quad (2)$$

Время реализации (T) – это время от момента обращения к системе до получения разрешения на работу с ней различных категорий Пользователей.

Функциональность (Φ) отображается набором функций, необходимых для реализации

процесса допуска пользователя к системе и достаточных для выполнения заданий пользователями различных категорий.

Гибкость (Г) – способность интерфейса адаптироваться под потребности пользователя и возможности системы.

Защищенность (Н) – это защищенность интерфейса от ошибок, совершенных пользователем при наборе информации, при выборе им ложных путей или ответвлений, при неправильных обращениях к данным за время сеанса работы с системой.

Доступность (Д) определяется наличием навигации, прозрачной для пользователя, легкости при установке, ясности и четкости текстов, а также целевой ориентацией в программе.

Комфортность (К) взаимодействия с системой отображает наличие вспомогательных средств поддержки пользователя (поисковых, справочных, нормативных), в том числе и для принятия решения в неопределенной ситуации, а также быстроту обучения работе с системой.

Совокупность параметров в предложенном подходе влияет на два важных для интерфейса признака: способность адаптации пользователя к возможностям системы W_1 и системы к индивидуальным особенностям пользователя W_2 :

$$W = \{W_1, W_2\}. \quad (3)$$

В результате анализа существующих технологий создания пользовательского интерфейса выделены следующие группы (категории) предметной области «Пользовательский интерфейс» (ПИ), наиболее полно характеризующие параметры ПИ как функционально законченного изделия [6–8], а именно: группа *A* – «Требования к техническим средствам»; группа *B* – «Функциональные возможности интерфейса»; группа *C* – «Особенности ввода–вывода информации для пользователя»; группа *D* – «Возможности расширения интерфейса»; группа *E* – «Внешний вид интерфейса и средства навигации»; группа *F* – «Технологии и методы ведения диалога интерфейса с пользователем»; группа *G* – «Учет личных параметров пользователя»; группа *X* – «Обеспечение безопасности системы»; группа *Y* – «Свойства коммуникативности при взаимодействии с системой»; группа *L* – «Обу-

чение и предоставление помощи и подсказок». Количество групп может быть изменено в соответствии с задачами, стоящими перед пользователями.

На основе анализа отечественных и зарубежных источников для каждой группы: *A, B, C, D, E, F, G, Y, X, L* определены основные параметры ПИ и составлены таблицы. Фрагмент таблицы «Набор основных параметров группы *B*» приведен в табл. 1, таблицы для других групп составлены аналогично. Параметры для таблиц подбирались в соответствии с мнением автора и несут технологическое наполнение для показа основных положений подхода к построению архитектуры и структуры ПИ с использованием множества критериев оценки его качества.

Т а б л и ц а 1. Фрагмент таблицы «Набор основных параметров группы *B*»

Обозначение	Описание параметра	Влияние параметра на	
		критерии оценки	адаптацию
1	2	3	4
b_1	Настройка внешнего вида интерфейса соответственно желанию пользователя	Т, Ф	W_1, W_2
b_2	Настройка «справки», учебных материалов, диалога, <i>Internet</i> для конкретного пользователя	Т, Ф, К, Г	W_1, W_2
b_3	Независимость в ресурсах для сохранения и обработки данных для поддержки пользователя	Т, Ф	W_2

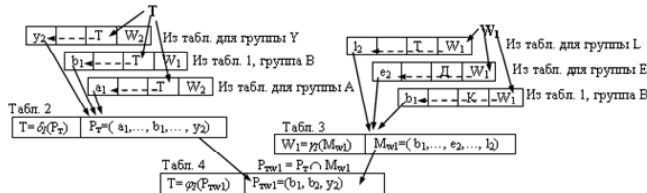
Примечание: Т – время реализации, Ф – функциональность, Г – гибкость, К – комфортность, W_1 – адаптация пользователя к возможностям системы, W_2 – адаптация системы к индивидуальным особенностям пользователя.

Таким образом, каждая группа может быть представлена соответствующими наборами параметров: $A = (a_1, a_2, \dots, a_m)$; $B = (b_1, b_2, \dots, b_n)$; $C = (c_1, c_2, \dots, c_o)$; $D = (d_1, d_2, \dots, d_p)$; $E = (e_1, e_2, \dots, e_q)$; $F = (f_1, f_2, \dots, f_r)$; $G = (g_1, g_2, \dots, g_s)$; $X = (x_1, x_2, \dots, x_u)$; $Y = (y_1, y_2, \dots, y_v)$; $L = (l_1, l_2, \dots, l_j)$.

Анализ информации, приведенной в таблицах, показывает, что каждому параметру множества *B* выражения (1) соответствует набор параметров интерфейса:

$P_i = \delta (т, ф, г, н, д, к)$, где $т \in T$, $ф \in \Phi$, $г \in \Gamma$, $н \in H$, $д \in D$, $к \in K$.

Элементы P_i могут принадлежать различным группам параметров множества U , где $U = (A, B, C, D, E, F, G, X, K, L)$. Совокупность таких наборов P_i , согласно содержательной сущности входящих в него элементов, представлена в табл. 2. Процедура формирования наборов доминирующих параметров интерфейса отображена на рисунке.



Пример процедуры формирования наборов параметров интерфейса

Так, данные для набора P_T выбирались путем поиска критерия оценки T (время реализации) в колонке 3 табл. 1 и других таблиц групп параметров. При нахождении данного критерия в строке, из колонки 1 этой же строки выписывались соответствующие параметры. Такой же поиск осуществлялся и для остальных наборов путем поисков Φ для P_Φ , Γ для P_Γ , H для P_H , D для P_D , K для P_K . Из табл. 2 видно, каждая компонента множества P_i влияет на формирование значений соответствующих параметров множества B выражения (1). Причем, если компонента множества содержит элементы всех или большинства групп параметров $A, B, C, D, E, F, G, X, Y, L$, то эта компонента есть доминирующая для интерфейса, так как его качественные и количественные показатели сформированы для всех категорий предметной области «Пользовательский интерфейс». Среди выделенного множества параметров приоритет имеет тот, мощность множества P_i которого наибольшая.

Таким образом, для случая, приведенного в табл. 2, в порядке убывания приоритетов отражены критерии: гибкость, функциональность, доступность, время реализации, защищенность, комфортность.

В свою очередь, каждому признаку множества W соответствует набор параметров интерфейса $M_z = \gamma(w1, w2)$, где $w1 \in W_1, w2 \in W_2$. Элементы M_z также могут принадлежать разным группам параметров множества U , где $U =$

$(A, B, C, D, E, F, G, X, K, L)$. Совокупность таких наборов M_z согласно содержательной сущности параметров, входящих в набор, представлена в табл. 3.

Таблица 2. Наборы доминирующих параметров P_i

Критерии	Наборы доминирующих параметров для критерия
$T = \delta_1(P_T)$	$P_T = (a_1, a_2, a_5, b_1, b_2, b_3, g_1, g_2, g_3, g_4, x_1, x_4, y_1, y_2, y_3)$
$\Phi = \delta_2(P_\Phi)$	$P_\Phi = (b_1, b_2, b_3, c_1, c_2, c_3, f_1, f_2, f_3, g_1, g_2, g_3, g_4, x_1, x_4, y_1, y_2, y_3)$
$\Gamma = \delta_4(P_\Gamma)$	$P_\Gamma = (a_5, a_6, a_7, a_8, b_2, c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, d_1, d_2, d_3, f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, g_1, g_2, g_3, g_4, x_1)$
$H = \delta_5(P_H)$	$P_H = (a_3, c_3, e_2, e_3, f_2, f_4, f_5, x_2, x_3, x_4, y_1, y_2, y_3, l_3, l_8)$
$D = \delta_6(P_D)$	$P_D = (a_3, a_4, c_3, c_4, c_5, e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7, f_2, f_3, l_7, l_8)$
$K = \delta_7(P_K)$	$P_K = (a_5, a_8, b_2, l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, l_7, l_8)$

Таблица 3. Наборы доминирующих параметров M_z

Признак	Наборы доминирующих параметров для признака
$W_1 = \gamma_1(M_{w1})$	$M_{w1} = (b_1, b_2, c_1, c_3, d_3, e_1, e_2, e_4, e_5, e_6, f_1, f_4, f_5, y_2, l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6)$
$W_2 = \gamma_2(M_{w2})$	$M_{w2} = (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, b_1, b_2, b_3, c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, d_1, d_2, d_3, e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7, f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, g_1, g_2, g_3, g_4, x_1, x_2, x_3, x_4, y_1, y_2, y_3, l_3, l_7, l_8)$

Поиск параметров для данных наборов осуществлялся по признакам W_1, W_2 в колонке 4 табл. 1 и других таблиц групп параметров, аналогично поиску параметров для табл. 2.

Далее, определяем наборы параметров, позволяющие реализовать как способность адаптации индивидуальных особенностей пользователя к возможностям системы (W_1), так и способность адаптации системы к особенностям эксплуатации (W_2), согласно (3). Для каждого набора параметров P_i из табл. 2 и набора параметров M_z из табл. 3 определяем новые наборы доминирующих параметров P_{iw1} (табл. 4) и P_{iw2} (табл. 5):

$$P_{iw1} = P_i \cap M_{w1}; P_{iw2} = P_i \cap M_{w2}. \quad (4)$$

Таблица 4. Наборы доминирующих параметров P_{iw1} относительно W_1

Критерии	Наборы доминирующих параметров для критерия
$T = \varphi_1(P_{Tiw1})$	$P_{Tiw1} = (b_1, b_2, y_2)$
$\Phi = \varphi_2(P_{\Phi iw1})$	$P_{\Phi iw1} = (b_1, b_2, c_1, c_3, f_1, y_2)$
$\Gamma = \varphi_4(P_{\Gamma iw1})$	$P_{\Gamma iw1} = (b_2, c_1, c_3, d_3, f_1, f_4, f_5)$
$H = \varphi_5(P_{H iw1})$	$P_{H iw1} = (c_3, e_2, f_4, f_5, y_2, l_3)$
$D = \varphi_6(P_{D iw1})$	$P_{D iw1} = (c_3, e_1, e_2, e_4, e_5, e_6)$
$K = \varphi_7(P_{K iw1})$	$P_{K iw1} = (b_2, l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6)$

В результате анализа новых наборов выявлено, что для интерфейса с преобладанием W_1 наиболее значимыми параметрами будут гибкость и комфортность, наименее значимым –

время реализации. Следовательно, при реализации такого интерфейса необходимо максимально учитывать все факторы, обеспечивающие гибкость и комфортность. Для интерфейса с преобладанием W_2 наиболее значимыми параметрами будут гибкость и функциональность, наименее значимым – комфортность.

Т а б л и ц а 5. Наборы доминирующих параметров $P_{ин2}$ относительно W_2

Критерии	Наборы доминирующих параметров для критерия
$\Gamma = \sigma_1(P_{\Gamma W2})$	$P_{\Gamma W2} = (a_1, a_2, a_5, b_1, b_2, b_3, g_1, g_2, g_3, g_4, x_1, x_4, y_1, y_2, y_3)$
$\Phi = \sigma_2(P_{\Phi W2})$	$P_{\Phi W2} = (b_1, b_2, b_3, c_1, c_2, c_3, f_1, f_2, f_3, g_1, g_2, g_3, g_4, x_1, x_4, y_1, y_2, y_3)$
$\Gamma = \sigma_4(P_{\Gamma W2})$	$P_{\Gamma W2} = (a_5, a_6, a_7, a_8, b_2, c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, d_1, d_2, d_3, f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, g_1, g_2, g_3, g_4, x_1)$
$H = \sigma_5(P_{H W2})$	$P_{H W2} = (a_3, c_3, e_2, e_3, f_2, f_4, f_5, x_2, x_3, x_4, y_1, y_2, y_3, l_3, l_8)$
$D = \sigma_6(P_{D W2})$	$P_{D W2} = (a_3, a_4, c_3, c_4, c_5, e_1, e_2, e_4, e_5, e_6, e_7, f_2, f_3, l_7, l_8)$
$K = \sigma_7(P_{K W2})$	$P_{K W2} = (a_5, a_8, b_2, l_3, l_7, l_8)$

Таким образом, основные положения подхода к разработке архитектуры и структуры адаптивного интерфейса с использованием множества критериев оценки его качества включают:

- Формирование набора критериев оценки качества интерфейса на основе исходной базовой информации. При этом необходимо учитывать совокупность параметров, характеризующих адаптивный интерфейс нового типа, его наиболее важные свойства для пользователя.
- Формирование групп (категорий) предметной области «интерфейс» на основе исходной базовой информации, включающей множество требований к интерфейсу пользователя.
- Анализ групп параметров, характеризующих интерфейс в соответствии с набором множества критериев и согласно (1), (2), (табл. 1).
- Создание набора характеристик основных категорий пользователей информационных систем на базе исходной информации о пользователях системы и корректировки созданных групп параметров с учетом этих характеристик.
- Корректировки сложившихся групп параметров интерфейса, характеризующие параметры на соответствие стандартам *ISO*, государственным, межгосударственным и республиканским стандартам Украины.
- Составление наборов параметров интерфейса для набора критериев оценки его каче-

ства (рисунок, табл. 2) и требований к адаптации интерфейса (рисунок, табл. 3).

- Формирование базы данных групп параметров, характеризующих интерфейс и заполнение соответствующих таблиц в базе данных.
- Создание наборов доминирующих параметров интерфейса применительно к адаптации согласно (3), рисунок, табл. 4 и 5.
- Выбор конфигурации интерфейса в соответствии с набором доминирующих признаков.
- Использование библиотек аппаратно-программных средств, ориентированных на поддержку работы адаптивного интерфейса.

Разработка макета адаптивного интерфейса

Для проверки правильности разработанных теоретических положений и инженерно-технических решений по созданию интерфейса [9–12], обеспечивающего взаимную адаптацию пользователя и системы, а также с целью поиска дальнейших путей адаптации разработаны структурная схема, алгоритм функционирования и макет адаптивного интерфейса, входящий в состав системы «Гестирование знаний». Ее пользователи – учащиеся и преподаватели/тренеры.

В состав макета входят следующие подсистемы:

- моделирования пользователя для формирования модели учащегося при первом обращении его к системе и ее коррекции при последующих обращениях на основании прошлых сеансов работы с системой;
- координации и контроля для организации адаптивного взаимодействия пользователя с системой;
- помощи и подсказки для предоставления помощи пользователю в процессе работы с системой;
- мультимодульного ввода–вывода для организации связи между системой и пользователем. При реализации подсистем макета использовалась агентная технология.

Макет интерфейса обеспечивает учащегося условиями комфортной работы с системой, в частности, оказание ему помощи в овладении соответствующим уровнем информационной

компетенции и в решении задачи с учетом изменяющихся психофизиологических характеристик, а также предусматривает участие преподавателя/тренера в процессе обучения с использованием традиционных средств и методов обучения.

Данный интерфейс может быть выполнен не только в программном исполнении, но и в аппаратно-программном, что значительно расширяет область применения данного интерфейса. Проанализировав функциональные особенности всех подсистем интерфейса, видно, что работа подсистемы моделирования пользователя по созданию модели учащегося и ее корректировке происходит только в момент входа в систему. Такая особенность данной подсистемы позволяет выполнить ее на базе микроконтроллера в виде отдельного аппаратного блока, подключаемого к компьютеру, не нарушая связей между агентами–программами остальных подсистем. Кроме того, уникальные алгоритмы программ–агентов подсистемы моделирования пользователя могут быть реализованы аппаратно на базе схемной логики, что снизит время на их выполнение. Такой интерфейс в аппаратно-программном исполнении будет обладать универсальностью, независимостью от программно-аппаратной платформы, значительно расширится область его применения, поскольку его можно будет использовать не только в компьютерных системах, тренажерах, но и в любых устройствах, при работе с которыми состояние трудоспособности и высокая квалификация пользователя имеют большое значение.

Основные положения методики комплексного исследования эффективности применения адаптивного интерфейса

Для проверки эффективности применения адаптивного интерфейса разработана методика исследования его эффективности с учетом адаптивности пользователя к системе.

В существующих подходах оценки качества и эффективности функционирования адаптивного интерфейса показатель адаптивности определяется как степень соответствия между осуществляемыми изменениями характеристик пользовательского интерфейса и актуальными информационными потребностями пользователя

[13–15]. Эти подходы оценивают адаптивность системы к пользователю, но не учитывают адаптивность пользователя к системе. Учет этого показателя очень важен, поскольку работа с системой для пользователя, находящегося в повышенном эмоциональном состоянии или не обладающего должным уровнем информационной компетенции, не будет эффективна и может сказаться на увеличении себестоимости продукции в отраслях, связанных с энергоемким производством. Возрастает также вероятность совершения ошибок, которые могут привести к трудноразрешимым проблемам, а их устранение к большим финансовым затратам.

Особенность предлагаемой методики – оценка эффективности работы интерфейса, осуществляемая путем подсчета его затрат времени при получении пользователем доступа к системе. Ее основные положения включают:

- оценку затрат времени на выполнение программ всех подсистем интерфейса, работающих при вхождении пользователя в систему. При этом затраты на прохождение одного элемента алгоритма, независимо от его назначения (процесс, решение и т.д.), приравниваются к одному условному такту;
- разработку вариантов вхождений пользователя при работе в разных режимах интерфейса и оценку затрат времени на реализацию вариантов;
- включение в работу интерфейса программы наблюдения за действиями пользователя при его вхождении в систему для анализа его адаптивности к системе.

Данная методика была применена при разработке и функционировании адаптивного интерфейса [9, 12]. Проведены исследования алгоритмов программ (агентов) функционирования адаптивного интерфейса и определены затраты времени на выполнение программ всех подсистем интерфейса, участвующих при вхождении пользователя в систему интерфейса для нескольких вариантов различных вхождений в двух режимах. Используя эти данные с помощью *Microsoft Office Excel*, построены графики зависимости затрат времени от начала обращения пользователя к интерфейсу до получения разрешения пользователю войти в компьютер-

ную систему от количества попыток его вхождения. Было выявлено, что для пользователя, впервые обратившегося к системе, время доступа может увеличиваться за счет того, что он находится в нерабочем («тревожном») состоянии, не может пройти тест на информационную компетентность с первого раза или забыл пароль, и поэтому ему было предложено пройти анкетирование вновь.

Для пользователя, постоянно работающего с системой, основной причиной для увеличения времени доступа является его нахождение в нерабочем («тревожном») состоянии или снижение уровня его информационной компетенции в процессе работы.

Таким образом, данный адаптивный интерфейс обеспечивает защиту системы от пользователей с низким уровнем адаптивности к системе.

Заключение. Предложенный способ разработки адаптивного интерфейса с использованием набора критериев оценки качества интерфейса позволяет выполнить оценку его эффективности на этапе проектирования, что существенно снижает себестоимость и трудозатраты на его разработку при более качественном удовлетворении требований пользователя. Данный способ может быть формализован.

Разработанный набор критериев оценки качества интерфейса позволяет учесть как адаптивность системы к пользователю, так и адаптивность пользователя к системе при оценке проектируемого варианта интерфейса.

Разработанный макет адаптивного интерфейса в составе информационной системы «Тестирование знаний» можно считать типовым для построения интерфейсов систем различного назначения. Применение такого интерфейса особенно эффективно в системах профессионального образования, управления, различного рода тренажеров, т.е. там, где необходима оценка профессиональных качеств пользователя.

Предложенная методика комплексного исследования эффективности применения адаптивного интерфейса учитывает в совокупности такие параметры пользователя, как его информационную компетентность, психофизиологические характеристики и другое за счет затрат времени при получении пользователем доступа к системе. Результаты исследования показали, что пользователи, не обладающие должным уровнем информационной компетентности, также как и пользователи, обладающие повышенной эмоциональностью, не будут допущены к работе с системой, что свидетельствует о защите системы от некомпетентных и эмоционально неуравновешенных пользователей.

1. Волченков Е.К. Стандартизация пользовательского интерфейса // Открытые системы. – 2002. – № 4. – С. 37–40. – <http://www.osp.ru/os/2002/04/181312/>

2. Коутс Р., Влейминк И. Интерфейс «человек–компьютер». – М.: Мир, 1990. – 501 с.
3. Головач В.В. Юзабилити-тестирование по дешевке. – http://useethics.ru/blog/lib/testing_by_the_cheap/
4. Алексеенко Е.А., Гавриленко Е.В. Оценка качества пользовательского интерфейса // УСиМ. – 2000. – № 2. – С. 71–77.
5. Яковлев Ю.С. О концепции построения и выбора распределенных баз данных информационно-поисковых систем // Математичні машини і системи. – 2003. – № 2. – С. 35–52.
6. Каримова В.А. Стандарты пользовательского интерфейса. Критерии оценки информационных технологий. – <http://www.twirpx.com/file/131029/>
7. Рагулин П.Г. Информационные технологии: Электронный учебник. – Владивосток: ТИДОТ, 2004. – 208 с. – http://window.edu.ru/window_catalog/pdf2txt?_p_id=18312
8. Требования к ПИ. Принципы реализации пользовательского интерфейса. – <http://belani.narod.ru/1/ usability.htm>
9. Курзанцева Л.И. Модель и алгоритм функционирования интеллектуального интерфейса «пользователь–компьютерная система» // УСиМ. – 2007. – № 6. – С. 36–44.
10. Курзанцева Л.И. О построении адаптивного интеллектуального интерфейса пользователя компьютерной системы // Сб. тр. IX Междунар. науч. конф. им. Т.А. Таран, 19–22 мая 2009г. «Интеллектуальный анализ информации ИАИ–2009». – К.: Просвіта, 2009. – С. 219–225.
11. Курзанцева Л.И. О построении интеллектуального адаптивного интерфейса на базе агентной технологии для компьютерных систем широкого назначения // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2010. – № 1. – С. 16–21.
12. Курзанцева Л.И. О построении интеллектуального интерфейса компьютерной системы со свойствами адаптации // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. – 2007. – № 6. – С. 104–110.
13. Бень А.П. Методи побудови інтелектуальних адаптивних інтерфейсів «людина-комп'ютерізована система» на основі моделі користувача: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Херсон, 2000. – 20 с.
14. Радванська Л.М. Моделі, методи та засоби підвищення ефективності інтерфейсу користувача ЕОМ у системах організаційного управління: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Херсон, 1999. – 17 с.
15. Ходаков Д.В. Моделі, методи та засоби адаптивності користувальницького інтерфейсу: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Херсон, 2003. – 19 с.