

# КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ, МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ

L.I. Kurzantseva

## ON THE CONSTRUCTION OF USER INTERFACE USING FPGA FOR KNOWLEDGE- ORIENTED SYSTEMS

*A hardware and software version of the user interface with the FPGA is offered. This will reduce response time and increase the degree of adaptation to the user.*

*Key words: user interface, knowledge-oriented systems.*

*Запропоновано програмно-апаратний варіант інтерфейсу користувача з використанням ПЛІС. Це знизить час реакції системи і збільшить її ступінь адаптації до користувача.*

*Ключові слова: інтерфейс користувача, знання-орієнтовані системи.*

*Предложен программно-аппаратный вариант пользовательского интерфейса с использованием ПЛИС. Это снизит время реакции системы и увеличит степень ее адаптации к пользователю.*

*Ключевые слова: пользовательский интерфейс, знание-ориентированные системы.*

© Л.И. Курзанцева, 2016

УДК 004.5; 004.8

Л.И. КУРЗАНЦЕВА

## О ПОСТРОЕНИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ЗНАНИЕ-ОРИЕНТИРОВАННЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛИС

**Введение.** Знание-ориентированные системы (ЗОС) – одно из наиболее перспективных направлений Computer Science [1]. Особенность таких систем: получение и систематизация новых знаний, что обеспечивается наличием в составе системы онтологии предметной области и средств поддержки работы с ней.

В настоящее время концептуально-методологический аспект создания ЗОС недостаточно представлен в отечественных и зарубежных публикациях. То же самое относится и к разработке пользовательского интерфейса для ЗОС, от которого зависит эффективность использования систем.

**Постановка задачи.** Существующие пользовательские интерфейсы информационных систем не полностью удовлетворяют потребностям пользователей знание-ориентированных систем, поскольку при их разработке не учитываются особенности этих систем (ориентация на технологию реконфигурируемого процессинга и средства поддержки, позволяющие производить как автоматизированное построение онтологии предметной области, так и автоматизированное наполнение ее информацией, получаемой через Internet и из других источников для получения новых знаний) [1]. ЗОС должна обеспечить каждого пользователя индивидуальным интерфейсом со своим набором функций, включая такие, как динамический контроль процессов умственной (интеллектуальной) психологической и физиологической нагрузки пользователя; возможность прогнозиро-

вания поведения пользователя; создание психологического портрета пользователя; работу пользователей разного образовательного уровня, разных физических возможностей, разных культур и пр. Кроме этого, интерфейс должен быть ориентирован на работу с редактором базы знаний со стандартными инструментами разработки онтологий и средствами предоставления доступа к знаниям.

Необходимо учитывать, что поддержка каждого пользователя индивидуальным интерфейсом базируется на создании и ведении его модели. Это достаточно трудоемкий процесс и включает затраты на обработку тестов и анкет для определения параметров пользователя; на наблюдение за ним в процессе работы с системой с целью корректировки параметров; на поддержку при замене тестов и анкет и т.д. При этом снижается быстродействие пользовательского интерфейса, что сказывается на эффективности взаимодействия пользователя и системы.

Вышеприведенное свидетельствует об актуальности разработок по созданию пользовательского интерфейса для ЗОС.

В данной работе предлагается программно-аппаратное построение такого интерфейса с использованием ПЛИС, применение которого снизит время реакции системы, увеличит степень адаптации системы к пользователю и снизит затраты на информационную поддержку системы.

**Возможности программно-аппаратного построения пользовательского интерфейса.** В работе [2] представлен макет программного адаптивного человеко-машинного интерфейса для информационной обучающей системы. Его особенностью является взаимная адаптация пользователя и системы, которая осуществляется, в том числе, и за счет мониторинга параметров обучаемого, входящих в модель пользователя и отражающих его информационную компетентность и психофизиологические характеристики (работоспособность), а также коррекции режима работы обучаемого с системой.

Проведен анализ работы интерфейса, который показал, что функционирование некоторых программ происходит только в момент входа пользователя в систему, а в остальное время текущего сеанса работы пользователя с системой они не задействованы. Такая особенность дает возможность реализовать эти программы, в частности, алгоритмы оценки характеристик пользователя в виде отдельного модуля на ПЛИС, что позволит выполнить пользовательский интерфейс в программно-аппаратном варианте.

**Алгоритм взаимодействия пользователей со знание-ориентированной системой.** Поскольку одной из областей, в которых широко раскрываются преимущества знание-ориентированных систем, является образование, рассмотрим применение такого интерфейса для системы этого типа. На рис. 1 показан алгоритм взаимодействия пользователей со знание-ориентированной обучающей системой (ЗОС). Данный алгоритм является обобщенным для этих систем, и более подробно рассмотрен в [3].

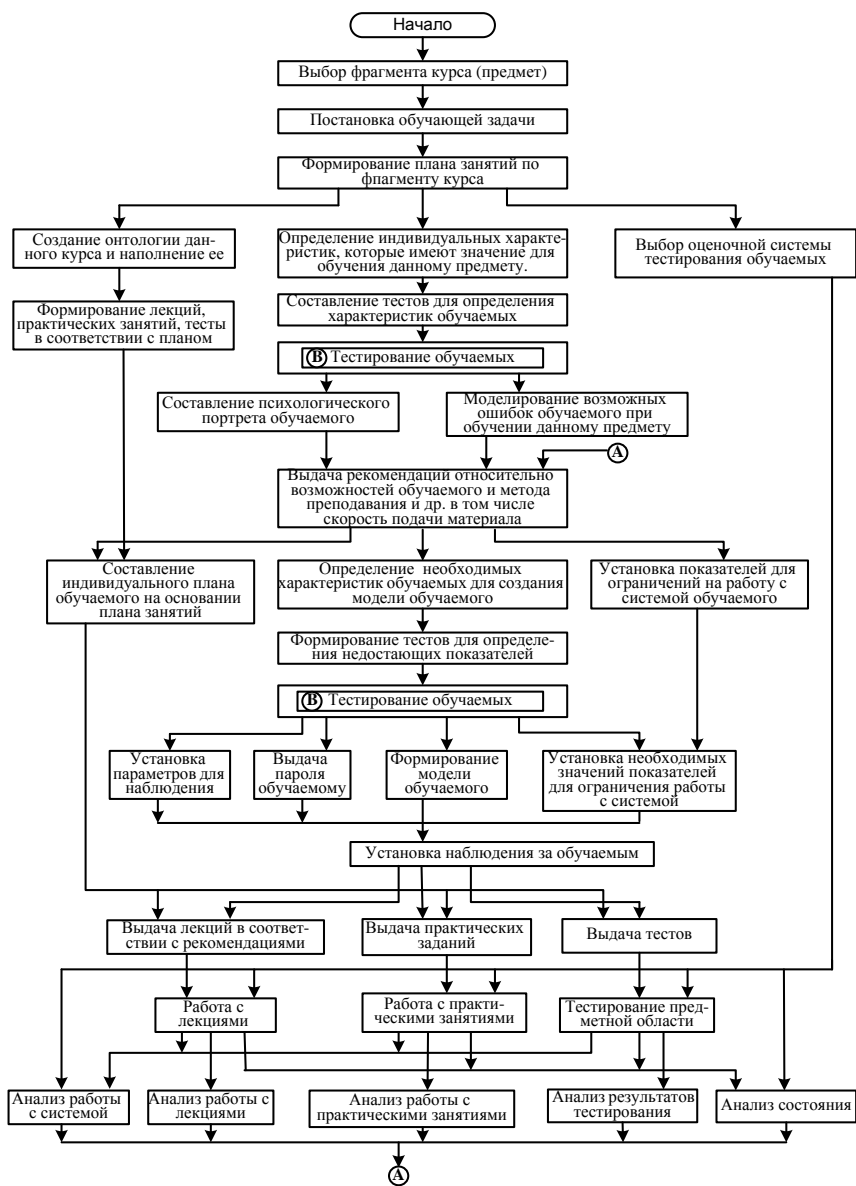


Рис. 1. Укрупненный алгоритм взаимодействия пользователей с ЗООС

Для проверки работоспособности аппаратной части интерфейса разработан алгоритм взаимодействия программной и аппаратной частей интерфейса (рис. 2). Он включен составной частью в алгоритм взаимодействия пользователей с ЗООС и показан на рис. 1 процессами «Тестирование обучаемых», которые выделены двойной рамкой и обозначены буквой «В» в кружке.

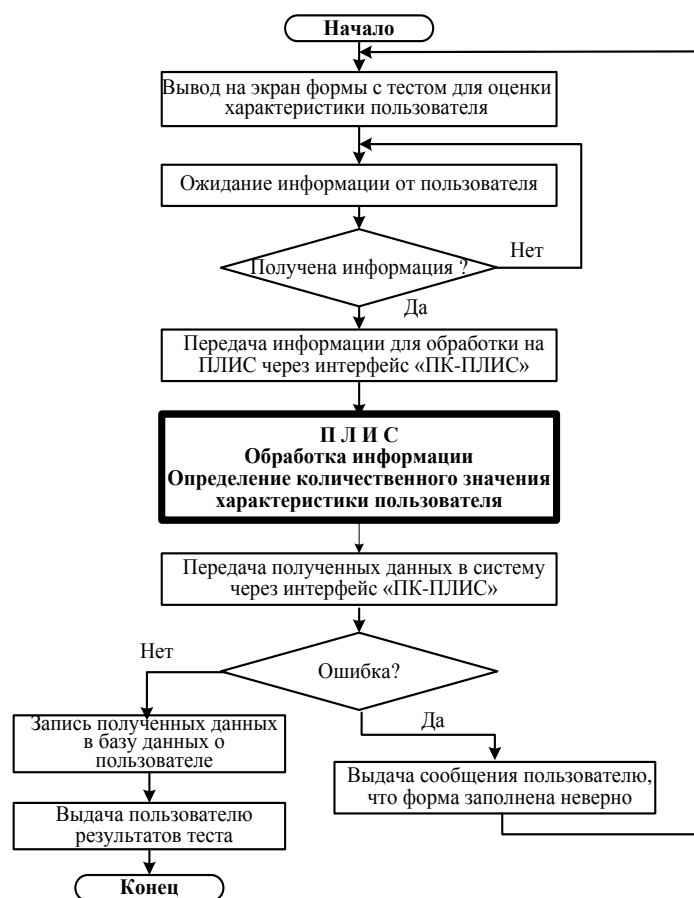


РИС. 2. Алгоритм взаимодействия программной и аппаратной частей интерфейса

**Тестирование пользователей.** Предлагаемый аппаратный модуль состоит из двух блоков, реализующих алгоритмы оценки характеристик пользователей, test1 (оценка информационной компетентности) и test2 (оценка работоспособности) аппаратного модуля и промоделированы в базисе САПР ПЛИС ISE Design Suite Win 13.2 фирмы Xilinx.

Оценка тестируемых характеристик пользователей осуществляется методом стереотипов, согласно которому идентификация пользователя на принадлежность соответствующей категории/группе происходит в соответствии с исходными условиями, составленными на основе заключений экспертов перед разработкой системы. Так, разделение пользователей в зависимости от уровня информационной компетентности осуществляется на категории: «новичок», «пользователь», «специалист», а в зависимости от уровня физиологического состояния на группы: «высокое рабочее», «нормальное рабочее», «низкая работоспособность», «тревожное» [2].

В данной статье подробно освещается создание блока test2 – отбора пользователей по группам в зависимости от уровня работоспособности пользователей. Работоспособность пользователя является одним из наиболее важных факторов успешности целенаправленной деятельности и относится к психофизиологическим характеристикам пользователя. Анализ отечественных и зарубежных публикаций в области разработок информационных систем показал, что вопрос о внедрении в состав модели пользователя психофизиологической компоненты поставлен давно [4–6]. Несмотря на положительные результаты, эти работы не получили массового распространения, поскольку приводят к продолжительным временным затратам за счет тестирования большого количества характеристик. При этом не рассматривается вопрос о контроле текущего психофизиологического состояния пользователя с последующей коррекцией режима его работы, что благоприятно сказалось бы на комфортности его работы с системой. Что касается интерфейса для знание-ориентированной системы, то исходя из особенностей системы, наличие психофизиологической компоненты в составе модели пользователя является обязательным.

Для определения работоспособности предлагается использовать метод цветового выбора, представляющий собой адаптированный вариант восьмицветового теста М. Люшера [7].

Суть тестирования заключается в выборе испытуемым пользователем цветового эталона самого приятного для него цвета из ряда разложенных перед ним восьми эталонов. Причем первые четыре эталона считают основными цветами, а последующие – дополнительными. Испытуемый должен его выбрать не потому, что данный цвет является любимым цветом одежды, а потому, что он предпочтительнее по сравнению с другими при данном выборе и в данный момент.

Для определения работоспособности программным путем разработан алгоритм с использованием правил, предложенных Т.Н. Бояршиновой [7]. Однако, для проверки возможности аппаратной реализации данного алгоритма, исходные условия были упрощены:

- наличие основных цветов на 1-м – 4-м местах указывает на устойчивость саморегуляции, отсутствие эмоциональной напряженности, что определяет высокую работоспособность (HW);

- наличие седьмого и восьмого дополнительных цветов на 1-м месте указывает на присутствие эмоциональной напряженности в психофизиологическом состоянии пользователя (TR);

- наличие основных цветов на 1-м – 2-м месте, на 3-м месте – кроме основных цветов возможно наличие пятого и шестого дополнительных цветов, на 4-м месте – возможен любой цвет. Такое сочетание указывает на нормальную работоспособность (NW);

- наличие основных цветов на 1-м – 2-м месте, на 3-м месте – седьмой или восьмой указывает на низкую работоспособность (LW).

В табл. 1 приведены варианты возможных выборов цветовых эталонов и определены соответствующие этому выбору группы пользователей: с высокой ра-

ботоспособностью (HW), нормальной работоспособностью (NW), низкой работоспособностью (LW), тревожностью (TR).

ТАБЛИЦА 1. Варианты возможных выборов цветных эталонов

| №  | m1 | m2 | m3 | m4 | Группа | №   | m1 | m2 | m3 | m4 | Группа |
|----|----|----|----|----|--------|-----|----|----|----|----|--------|
| 1. | a  | b  | c  | d  | HW     | 7.  | a  | b  | g  | h  | LW     |
| 2. | b  | c  | d  | a  | HW     | 8.  | d  | a  | g  | h  | LW     |
| 3. | d  | a  | b  | c  | HW     | 9.  | b  | c  | h  | g  | LW     |
| 4. | c  | d  | e  | h  | NW     | 10. | e  | f  | g  | a  | TR     |
| 5. | b  | a  | d  | g  | NW     | 11. | g  | e  | f  | h  | TR     |
| 6. | c  | b  | f  | d  | NW     | 12. | h  | f  | e  | b  | TR     |

**Создание блока аппаратного модуля с использованием ПЛИС.** Назначение блока test2 – выполнить обработку данных, полученных от пользователя и выдать результат. Для этого исходные условия тестирования были преобразованы в последовательность функций, выполняющих эти условия, и разработана принципиальная схема (рис. 3). В качестве ПЛИС выбрана микросхема Spartan-6 FPGA XC6S1X25, Package FGG 484.

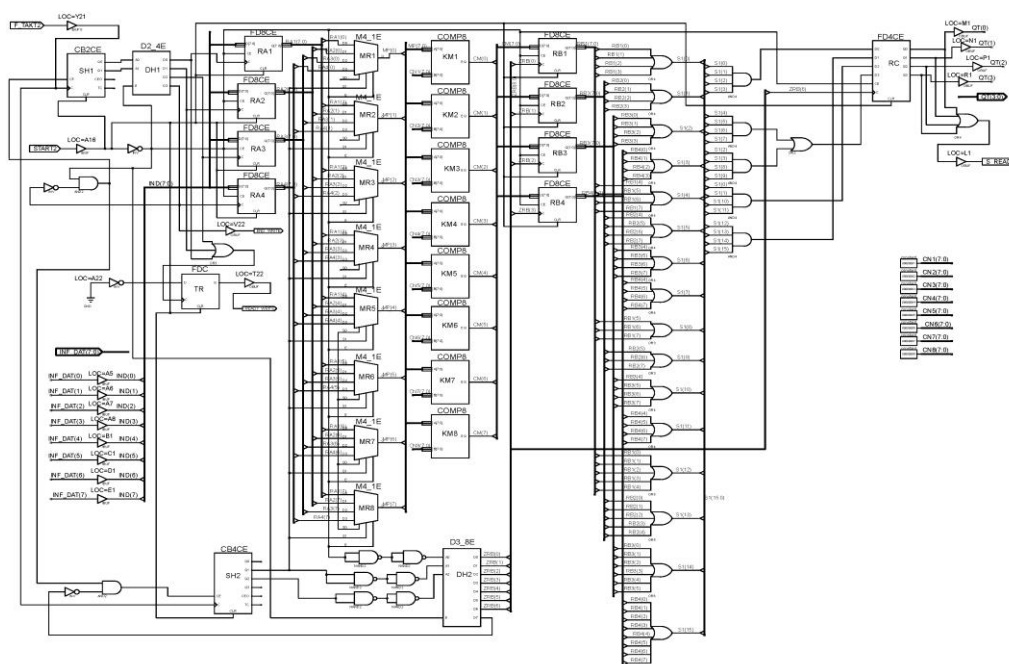


РИС. 3. Принципиальная схема блока test2 аппаратного модуля

Схема состоит из следующих групп регистров данных: четырех входных восьмиразрядных регистров группы А, четырех восьмиразрядных регистров

группы В и выходного четырехразрядного регистра С; двух двоичных счетчиков: двухразрядный SH1 и четырехразрядный SH2; двух дешифраторов DN1 и DN2; восьми четырехходовых мультиплексоров, восьми восьмиразрядных компараторов, триггера TR; набора входных и выходных буферов; набора логических элементов, реализующих вышеприведенные функции и набора констант.

Результатом обработки является получение четырехразрядного числа, показывающее, к какой группе относится показатель по уровню работоспособности.

При моделировании в базе САПР ПЛИС были выполнены следующие виды работ, которые показали корректность схемотехнических решений:

- предварительное размещения блока test1 на кристалле;
- создание файла UCF для блока test1;
- создание файла тестового воздействия для блока test1;
- предварительное функциональное моделирование блока test1;
- предварительное размещения проекта блока test2 на кристалле;
- создание файла UCF для блока test2;
- создание UGO модуля тестирования характеристик обучаемого.

На рис. 4 показана блок-схема модуля тестирования характеристик пользователя, а в табл. 2 приведены функциональные назначения входных и выходных сигналов, поступающих через интерфейс «ПК- ПЛИС» (рис. 2). На блок-схеме модуля блоки test1 (оценка информационной компетентности) и test2 (оценка работоспособности) представлены в виде условных графических образов (UGO).

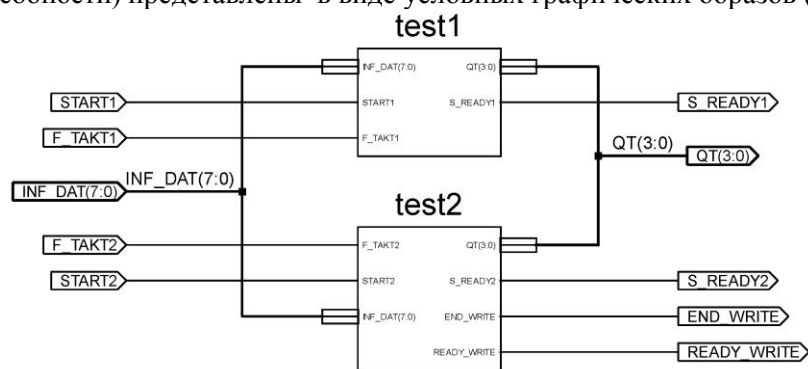


РИС. 4. Блок-схема модуля тестирования характеристик пользователя на ПЛИС

ТАБЛИЦА 2. Функциональные назначения сигналов (рис. 4)

| Назначение сигнала | Функциональное назначение сигналов   |
|--------------------|--|
| START1             | Стартовый импульс подается на test1 со стороны ПК  |
| F_TAKT1            | Тактовые импульсы подаются на test1 и test2 со стороны ПК  |
| INF_DAT(7:0)       | С ПК на test1 поступает результат выбора пользователем ответа анкеты, либо на test2 – цветовой эталон, выбранный пользователем |
| START2             | Стартовый импульс подается на test2 со стороны ПК  |

| Назначение сигнала | Функциональное назначение сигналов   |
|--------------------|--|
| F_TAKT2            | Тактовые импульсы, которые подаются на test2 со стороны ПК                               |
| S_READY1           | Сигнал на ПК со стороны test1 о готовности результата оценки характеристики пользователя |
| S_READY2           | Сигнал на ПК со стороны test2 о готовности результата оценки характеристики пользователя |
| QT(3:0)            | Результат оценки характеристики пользователя   |
| END_WRITE          | Сигнал на ПК со стороны test2 о записи всех цветовых эталонов                            |
| READY_WRITE        | Сигнал на ПК со стороны test2 о записи одного цветового эталона                          |

**Выводы.** Таким образом, одним из направлений развития пользовательского интерфейса для знание-ориентированных систем может служить его создание в программно-аппаратном исполнении, т. е. реализация некоторых программ в виде отдельных модулей, что не только снизит время реакции системы, увеличит степень адаптации системы к пользователю, но и снизит затраты на информационную поддержку системы при замене блоков аппаратного модуля. При этом значительно расширятся области применения интерфейса за счет реализации на ПЛИС разнообразных алгоритмов оценки характеристик пользователей, что в свою очередь, повысит эффективность использования системы.

Применение данного интерфейса особенно эффективно в системах профессионального образования, профотбора, управления, различного рода тренажеров, т. е. там, где необходима оценка профессиональных качеств пользователя для прогноза эффективности его деятельности, а также для оптимизации процессов обучения и воспитания, диагностики знаний обучаемых и анализа особенностей их познавательных процессов, темперамента, характера.

1. Палагин А.В., Кривой С.Л., Петренко Н.Г. Онтологические методы и средства обработки предметных знаний: монография. Луганск: ВГУ им. В. Даля, 2012. 323 с.
2. Курзанцева Л.И. Макет адаптивного интерфейса для учебно-тренировочных целей. *Комп'ютерні засоби, мережі та системи*. 2011. № 10. С. 112–118.
3. Курзанцева Л.И. Онтология – основа для построения интеллектуального человеко-машинного интерфейса для знание-ориентированных обучающих систем. *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*. 2015. Том 2, № 33. С. 58–66.
4. Брусиловский П.Л. Модели обучаемого в интеллектуальных обучающих системах. *УСiМ*. 1992. № 7/8. С. 109 – 119.
5. Тулова С.А. Структура модели обучаемого в автоматизированной обучающей системе. *Комп'ютерні технології в управленні, діагностиці та освіті*. Сборник трудов международной научно-технической конференции. Тверь. Тверской государственный технический университет. 2002. С. 72–75.
6. Филатова Н.А., Тулова С.А. Разработка и исследование программно-методического комплекса для построения ПФК модели обучаемого. *Educational Technology & Society*. – 7(1). 2004. С. 182–197.
7. Собчик Л.Н. Модифицированный восьмицветовой тест Люшера. СПб: "Речь". 2001. 112 с.

Получено 25.10.2016