

УДК 004.51

## РАЗРАБОТКА ПОДХОДА К СОЗДАНИЮ ГИБКОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ IDEF0-ДИАГРАММЫ

**Вакалюк А.А., Басманов С.Н.**

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения»,  
Екатеринбург, e-mail: avakalyuk@yandex.ru*

Разработан подход к созданию гибкого пользовательского интерфейса информационной системы на основе преобразования IDEF0-диаграммы интерфейса, созданной в средстве проектирования бизнес-процессов. Предлагаемый подход рассматривает комплексные вопросы организации взаимодействия между человеком и машиной, обеспечения гибкости системы и привлечения специалистов предметной области к разработке информационной системы предприятия. Механизм преобразования реализован путем анализа XML-файла с выявлением имен, свойств и связей между элементами интерфейса. Приведена структура базы данных гибкого пользовательского интерфейса, включающая следующие основные элементы: кнопка, поле ввода, редактируемое поле ввода, комбинированный список и таблица. Разработанная структура гибкого пользовательского интерфейса является модульной, что позволит минимизировать время интеграции с другими системами. Полученные в ходе исследования результаты отражают актуальные задачи, стоящие перед разработчиками информационных систем, реализация которых позволит перевести разработку пользовательского интерфейса на новый технологический и организационный уровень. Предложенный подход реализован в виде программного продукта на объектно-ориентированном языке программирования C#. Реализация данного подхода позволит сократить сроки разработки и обновления пользовательского интерфейса информационной системы с учетом специфики предметной области.

**Ключевые слова:** IDEF0-диаграмма, информационная система, XML-файл, гибкий пользовательский интерфейс, функциональные блоки, интерфейсные связи

## AN APPROACH DEVELOPING TO CREATING A FLEXIBLE USER INTERFACE BASED ON THE IDEF0-DIAGRAM CONVERSION

**Vakalyuk A.A., Basmanov S.N.**

*Ural state university of railway transport, Yekaterinburg, e-mail: avakalyuk@yandex.ru*

An approach has been developed to create a flexible user interface for an information system based on the transformation of an interface IDEF0-diagram created in the business process design tool. The proposed approach considers the complex issues of organizing the interaction between person and machine, ensuring the system flexibility and attracting specialists from the subject area to the development of the enterprise information system. The transformation mechanism is realized by the XML file analyzing with the identification of names, properties and relationships between interface elements. The structure of the flexible user interface database is presented, which includes the following main elements: a button, an input field, a non-editable input field, a combo box and a table. The developed structure of the flexible user interface is modular, which will minimize integration time with other systems. The results of the study reflect the actual challenges facing the developers of information systems, the implementation of which will allow to transfer the development of the user interface to a new technological and organizational level. The proposed approach is realized as a software product in an object-oriented programming language c#. The realization of this approach will reduce the development time and update the user interface of the information system, taking into account the specifics of the subject area.

**Keywords:** IDEF0-diagram, information system, XML-file, flexible user interface, functional blocks, interface links

Пользовательский интерфейс является неотъемлемой частью информационной системы (далее – ИС). Именно интерфейс служит средством представления пользователя об удобстве и функционале ИС. При этом сложность проектирования пользовательского интерфейса достаточно велика. Так, согласно [1] существует 4 категории проблем разработки интерфейсов:

1. Высокая трудоемкость разработки интерфейса. В среднем она составляет более половины времени реализации проекта. В некоторых источниках данная цифра доходит до 70% [1, 2]. В связи с этим минимизация времени разработки поль-

зовательского проекта является актуальным направлением.

2. Неадекватность интерфейса требованиям пользователя. Данная проблема связана с разработкой множества итераций интерфейса из-за разрыва между программистами и пользователями. В связи с этим актуальным направлением является включение специалистов предметной области в разработку интерфейса.

3. Не ориентированность интерфейса под деятельность пользователя. Связана с тем, что структура деятельности пользователя и структура интерфейса не всегда соответствуют друг другу. В связи с этим

необходимо оптимальное распределение функций между человеком и системой.

4. Интерфейс нельзя настроить согласно условиям среды использования системы. Данная проблема связана с невозможностью изменения интерфейса по мере изменения бизнес-процессов организации. В связи с этим актуальным направлением является разработка гибкого пользовательского интерфейса (далее – ГПИ), позволяющего своевременно реагировать на изменяющуюся экономическую обстановку.

Таким образом, необходимо разработать подход к созданию пользовательского интерфейса ИС, позволяющего решить данные проблемы.

Целью исследования является разработка подхода к созданию гибкого пользовательского интерфейса информационной системы на основе преобразования IDEF0-диаграммы методом функционально-структурного анализа.

Предлагаемый подход рассматривает комплексные вопросы организации взаимодействия между человеком и машиной, обеспечения гибкости системы и привлечения специалистов предметной области к разработке ИС.

#### Материалы и методы исследования

ГПИ является сложным программным комплексом, к которому предъявляются следующие требования и перед которыми ставятся следующие задачи:

- 1) структура базы данных (далее – БД) ГПИ должна минимизировать избыточность данных, обеспечивая их целостность;
- 2) сокращение сроков разработки и обновления пользовательского интерфейса ИС с учетом специфики предметной области;
- 3) наличие возможности пользователю создать свой собственный интерфейс основываясь на бизнес-процессах, которые он должен выполнять;
- 4) интерфейс должен иметь модульную структуру с возможностью интеграции с другими системами;
- 5) разработанный интерфейс должен быть «гибким», т.е. способным быстро реагировать на изменяющиеся условия внутренней и внешней среды;
- 6) принципы, заложенные в основу ГПИ, должны способствовать сокращению времени на выполнение типовых операций предприятия.

Таким образом, выдвинуты требования к разрабатываемому ГПИ, реализация которых позволит осуществить разработку современной ИС.

В рамках ранее опубликованной статьи [3] рассматривался начальный этап

разработки ИС, основанный на включении модуля бизнес-процессов в структуру ИС, что позволяет распределить потоки задач между подразделениями предприятия. Следующим этапом разработки ИС, рассмотренным в рамках данной статьи, является подход к созданию ГПИ методом функционально-структурного анализа, основанный на формировании ГПИ в рамках IDEF0-диаграммы существующих бизнес-процессов организации. В рамках данного подхода ГПИ должен иметь модульную структуру с возможностью включения в ИС предприятия. При этом структура должна быть выстроена таким образом, чтобы привлечь внимание к наиболее важным единицам информации [4].

Базовым этапом создания ГПИ является разработка структуры БД ГПИ ИС, в рамках которого осуществляется связь между функциональными блоками системы и элементами пользовательского интерфейса. Структура БД ГПИ представлена на рис. 1.

Главной особенностью данной структуры является реализация отношения «один ко многим» между таблицами при помощи внешних ключей, столбца данных, который появляется в одной таблице и совпадает с первичным ключом другой таблицы [5; 6]. Реализация данного отношения позволит минимизировать избыточность данных, обеспечивая их целостность.

В рамках данной статьи реализованы базовые элементы интерфейса, функционально представленные элементом управления, таблицей и элементами ввода. Данная организация структуры БД интерфейса позволяет создать универсальную структуру БД, позволяющую минимизировать избыточность данных, обеспечивая их целостность. Все эти элементы привязываются к интерфейсу при помощи ключевого поля ID\_interface, соответствующему полю ID таблицы связи между функциональными блоками и интерфейсами int\_funct.

Элементы управления представлены кнопкой обработки данных, информация о которой хранится в таблице button.

Элементы ввода представлены полем ввода, нераз редактируемым полем ввода и комбинированным списком, информация о которых хранится в таблицах textbox, textbox\_NE и combobox соответственно. В данных таблицах хранятся данные об их имени, названии, расположении на экране и элементе управления, обрабатывающем занесенные в них данные.

Кроме того, у данных элементов существуют вспомогательные таблицы, хранящие их числовые значения в колонке value. Связь между вспомогательными и основ-

ными таблицами элементов интерфейса осуществляется посредством следующих ключевых полей: ID\_textbox\_NE – ID для таблиц textbox\_NE\_Value и textbox\_NE для не редактируемого поля ввода, ID\_textbox – ID для таблиц textbox\_Value и textbox для редактируемого поля ввода, ID\_combobox – ID для таблиц Combobox\_Value и combobox для комбинированного списка.

Таблицы, описывающие элемент интерфейса таблицу, представлены таблицами tables, columns, parent\_column, в рамках которых описывается имя таблицы и колонок, их статус (редактируемая или не редактируемая) и связь между колонками верхнего и нижнего уровня.

Таким образом, разработанная структура БД ГПИ позволит минимизировать избыточность данных, обеспечивая их целостность.

Следующим этапом создания ГПИ является его формирование с помощью интерфейсных стрелок и функциональных блоков в рамках IDEF0-диаграммы. Данный этап выполняется в рамках средства проектирования бизнес-процессов CA ERwin Process Modeler при непосредственном участии специалиста предметной области. При этом пользователь должен учесть все функциональные особенности своего интерфейса, такие как расположение элементов на странице, их функции и данные для заполнения.

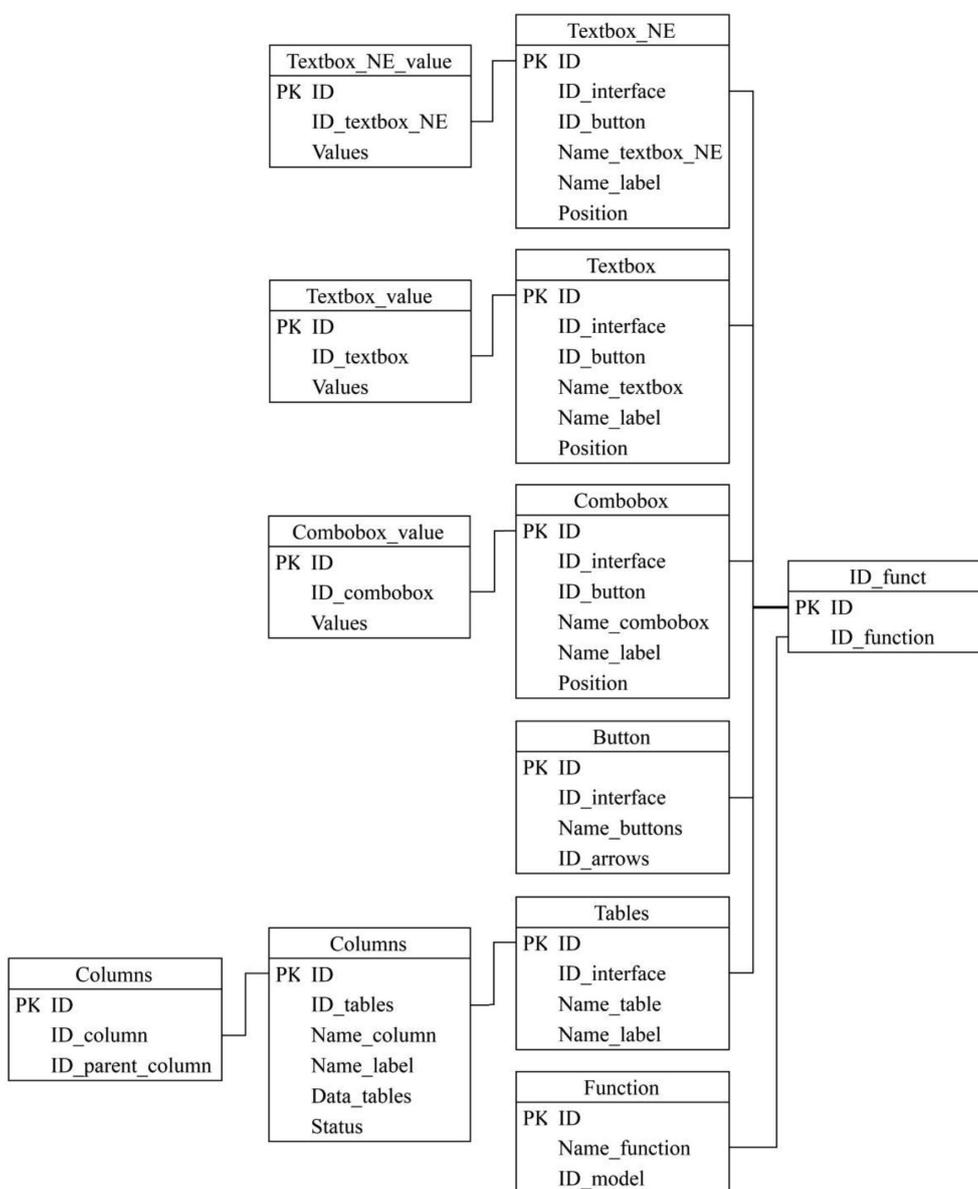


Рис. 1. Структура БД ГПИ

Главной особенностью подхода к построению ГПИ из IDEF0-диаграммы является разграничение элементов, отвечающих за бизнес-процессы и интерфейс. Для этого в рамках функционального блока, содержащего пользовательский интерфейс, необходимо установить статус «Interface». После этого, все элементы, расположенные внутри данного блока, будут являться объектами пользовательского интерфейса.

Пример IDEF0-диаграммы, в рамках которой реализован ГПИ, представлен на рис. 2. В данном примере для функционального блока Block1 установлен статус «Interface».

Пример IDEF-диаграммы с базовым набором элементов ГПИ представлен на рис. 3. В данном примере присутствуют шесть основных элементов ГПИ: поле ввода – textbox1, нередактируемое динамично изменяющееся поле – textbox\_NE1, комбинированный список – combobox1, элемент таблицы – table1, кнопка – button и элементы подписи данных – Data1, Data2, Data3, Data4, Enter.

В свою очередь, декомпозиция элемента таблицы предполагает формирование новой диаграммы, содержащей соответствующие колонки с присущими им данными. Полученная диаграмма является дочерней диаграммой, а составляющие ее функциональные блоки являются дочерними блоками, которые отображают главные подфункции блока-предка [7]. Пример декомпозиции элемента таблицы представлен на рис. 4.

В рамках данного примера представлена двухуровневая структура заголовков таблицы с тремя колонками верхнего уровня column1, column2, column3 и тремя колонками нижнего уровня column1\_1, column1\_2, column1\_3, реализованными в рамках column1.

Стоит отметить, что отличительной особенностью таблицы является наличие редактируемых и справочных колонок. В целях разграничения между ними используется поле статуса, в соответствии с которым все столбцы, требующие редактирования, имеют статус «W». В свою очередь, справочные колонки имеют в поле Definition указание на столбец из БД, содержащий набор данных. Указание следует делать в следующем порядке через точку: БД, таблица, колонка.

Следующим этапом создания ГПИ является сохранение в среде проектирования бизнес-процессов CA ERwin Process Modeler IDEF0-диаграммы в формате \*.XML с его последующим экспортом в ИС и распознаем. Экспорт IDEF0-диаграммы основывается на распознании имен и связей между функциональными блоками и интерфейсными стрелками в XML-файле. Данный этап осуществляется с помощью разработанной программы для ЭВМ «Конструктор операционных процессов информационной системы», написанной в среде Microsoft Visual Studio 2015 на языке C# (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017614218, опубликовано 10.04.2017 г.).

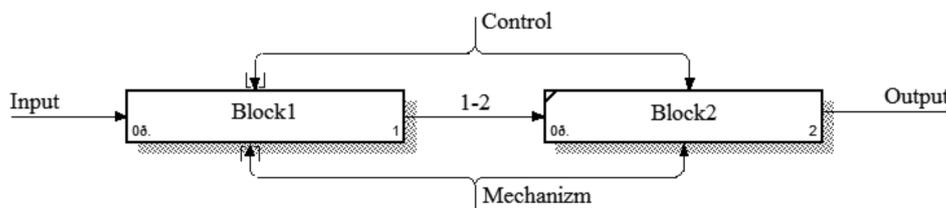


Рис. 2. Пример IDEF0-диаграммы, в рамках которой реализован ГПИ

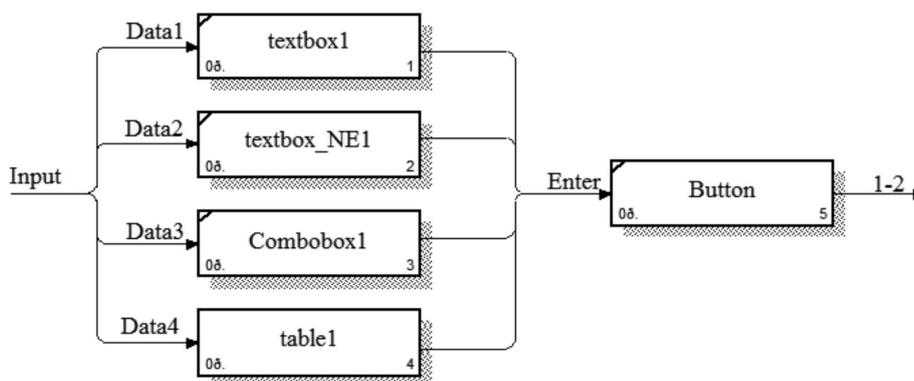


Рис. 3. Пример IDEF0-диаграммы с базовым набором элементов ГПИ

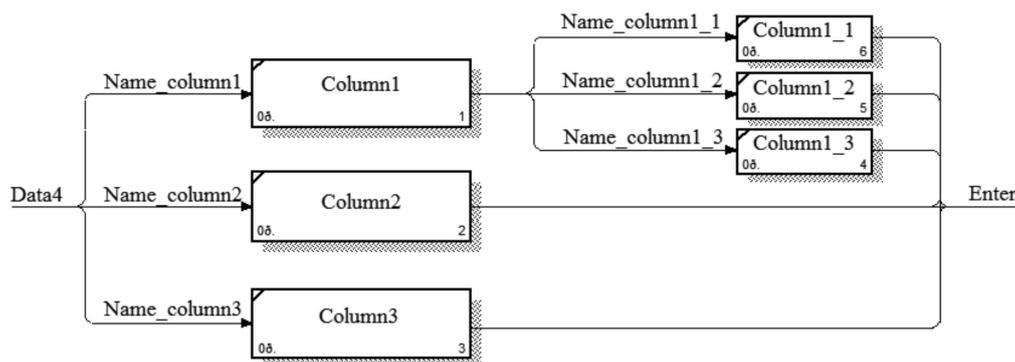


Рис. 4. Пример декомпозиции элемента таблицы

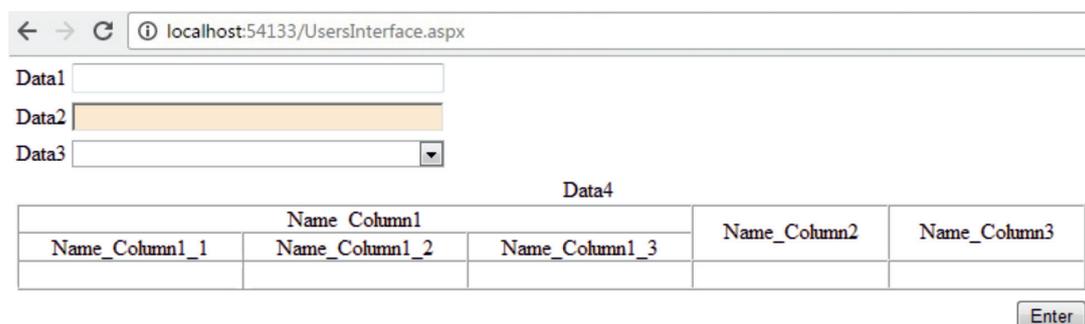


Рис. 5. Пример WEB-интерфейса

Заключительным этапом создания ГПИ является чтение данных из БД, полученных конвертированием в нее IDEF0-диаграммы. Данный этап осуществляется с помощью разработанной программы для ЭВМ «Гибкий пользовательский интерфейс информационной системы» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017618423, опубликовано 01.08.2017 г.). Программа анализирует данные, записанные в каждую таблицу, и формирует элементы интерфейса. Гибкость интерфейса достигается за счет оперативного изменения его структуры в результате изменений внутренней и внешней среды без непосредственного участия разработчика системы, что способствует увеличению эффективности работы, снижению трудозатрат и времени для выполнения основных технологических и вспомогательных операций.

Пример WEB-интерфейса, сформированного на основе IDEF0-диаграммы с базовым набором элементов интерфейса, приведенным выше, представлен на рис. 5.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Научная новизна разработанного подхода к созданию ГПИ ИС на основе преобразования IDEF0-диаграммы интерфейса,

созданной в средстве проектирования бизнес-процессов, состоит в применении метода функционально-структурного анализа.

Реализация предложенного метода позволит разработать модульный ГПИ, ориентированный на пользователя и его задачи, с возможностью бесконфликтного включения в структуру других ИС и настройки согласно условиям предметной области.

Таким образом, предложенный подход способствует разработке ГПИ ИС, реализация которого повысит устойчивость и конкурентоспособность предприятия в условиях изменяющейся внутренней и внешней среды.

#### Выводы

1. Разработана структура БД ГПИ, позволяющая минимизировать избыточность данных, обеспечивая их целостность.

2. Предложен подход к разработке ГПИ на основе функционально-структурного анализа посредством преобразования IDEF0-диаграммы, что позволяет сократить сроки разработки и обновления пользовательского интерфейса ИС с учетом специфики предметной области.

3. Предложен подход к конвертированию IDEF0-диаграммы из средства проектирования бизнес-процессов CA ERwin Process Modeler в MySQL БД посредством

анализа XML-файла, позволяющий включить данные диаграммы бизнес-процессов в ИС как структурного звена с последующим распределением между подразделениями предприятия.

4. Предложенный подход позволит пользователю создать свой интерфейс, основываясь на бизнес-процессах, которые он должен выполнять.

5. Предложенный подход к разработке ГПИ ИС реализован в виде программного продукта. Свидетельство о регистрации программ для ЭВМ № 2017618423 от 01.08.2017 г.

#### Список литературы

1. Белоусова С.А., Rogozov Ю.И. Анализ подходов к созданию пользовательского интерфейса // Известия ЮФУ. Технические науки. 2014. № 6. С. 142–148.

2. Гуляев А.К., Машин В.А. Проектирование и дизайн пользовательского интерфейса: учеб. пособие. СПб.: Корона-Принт, 2007. 239 с.

3. Vakalyuk A.A., Basmanov S.N. IDEF0-diagram into database conversion approach development // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2017. № 1. С. 153–159.

4. Вакалюк А.А., Басманов С.Н., Басманова А.А. Разработка концептуальной структуры автоматизированной системы управления медицинским диагностическим предприятием // Автоматизация. Современные технологии. 2016. № 2. С. 42–45.

5. Орлов С.А. Программная инженерия: учеб. для вузов: 5-е изд., обнов. и доп. СПб.: Питер, 2016. 640 с.

6. Кошоба И.Ю., Чунаев А.В., Шиков А.Н. Основы проектирования информационных систем: учеб. пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2015. 206 с.

7. Кулябов Д.С., Королькова А.В. Введение в формальные методы описания бизнес-процессов: учеб. пособие. М.: РУДН, 2008. 173 с.