

УДК 004.03; 681.518:061

КОНЦЕПЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕМЕНТУ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ**М. В. Евланов, Н. В. Васильцова, И. Ю. Панферова**

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

просп. Ленина, 14, г. Харьков, 61166, Украина. E-mail: iyc@kture.kharkov.ua

Рассмотрены основные проблемы проектирования архитектуры современных информационных систем. Предложен способ решения данных проблем, который заключается в повторном использовании требований к информационной системе. В результате анализа показано, что существующие способы описания требований не допускают повторного использования. Предлагается концепция повторного использования знаний, добываемых из публикаций требований к информационной системе. Предложен подход к формальному описанию структурных и поведенческих паттернов проектирования требований на уровне информации. Эти паттерны позволяют сформировать описания публикаций требований в виде, пригодном для извлечения знаний. Разработаны модели структурных паттернов проектирования требований к информационной системе и предложены способы практической реализации этих паттернов. Разработаны модели поведенческих паттернов проектирования требований к информационной системе.

Ключевые слова: информационная система, требование, публикация, паттерн.

КОНЦЕПЦІЯ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ВИМОГИ ДО ЕЛЕМЕНТУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ**М. В. Євланов, Н. В. Васильцова, І. Ю. Панфєрєва**

Харківський національний університет радіоелектроніки

просп. Леніна, 14, м. Харків, 61166, Україна. E-mail: iyc@kture.kharkov.ua

Розглянуто основні проблеми проектування архітектури сучасних інформаційних систем. Запропоновано спосіб вирішення даних проблем, який полягає в повторному використанні вимог до інформаційної системи. В результаті аналізу показано, що існуючі засоби опису вимог до інформаційної системи не припускають повторного використання. Запропоновано концепцію повторного використання знань, що здобуті з публікацій вимог до інформаційної системи. Запропоновано підхід до формального опису структурних паттернів і паттернів поведінки проектування вимог на рівні інформації. Ці паттерни дозволяють формувати описи публікацій вимог у вигляді, придатному для вилучення знань. Розроблено моделі структурних паттернів проектування вимог до інформаційної системи та запропоновано засоби практичної реалізації цих паттернів. Розроблено моделі паттернів поведінки проектування вимог до інформаційної системи.

Ключові слова: інформаційна системи, вимога, публікація, паттерн.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Современный интерес к тому, что скрывается за понятием «архитектура системы», в отличие от академического интереса прошлых лет, приобретает отчетливый прикладной характер. Желание снизить непроизводительные затраты на покупку и внедрение отдельных элементов информационной системы (ИС), представление подразделений по сопровождению и эксплуатации ИС на предприятиях как центров затрат и стремление руководства исключить эти «лишние» затраты из совокупности затрат на осуществление управления бизнес-процессами предприятия – все эти и целый ряд других факторов определяет необходимость решения проблемы архитектурной интеграции разнородных элементов ИС на формальном уровне, доступном для реализации в виде отдельного компонента современных ИС. Наиболее значимый экономический эффект от подобной интеграции возникает, если осуществлять эту операцию в ходе формирования и анализа требований, выдвигаемых к этой ИС. Кроме того, в ходе осуществления этой операции становится возможным решение задачи определения возможности повторного использования для создания новой ИС элементов ранее созданных ИС. Повторное использование элементов позволяет значительно сократить затраты на создание ИС и ее отдельных видов обеспечений (главным образом, информационного и программного обеспечений).

Аспект повторного использования требований приобретает особую значимость в условиях проек-

тирования, внедрения, эксплуатации и модернизации ИС как совокупности ИТ-услуг, предоставляемых их потребителям для автоматизации выполнения бизнес-процессов предприятий или управления этими процессами. Эффект от повторного использования ИТ-услуг при условии минимума изменений их обеспечивающей части можно считать прямо пропорциональным степени повторного использования требований к этим ИТ-услугам, в том числе – с учетом преобразования описаний в терминах других предметных областей. Если же учесть неизбежность изменений требований, возникающих в ходе создания ИС, то проблема создания формальных представлений требований и механизмов управления ими, способных воплотиться в конкретные ИТ, управляющие процессами интеграции разнородных элементов ИС, по-прежнему является актуальной и является целью работы.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Любое из возможных описаний требования к ИС можно рассматривать как частный случай публикации этого требования. Под термином «публикация требования к ИС» здесь и в дальнейшем следует понимать [1]:

а) описание условия или возможности, необходимых Потребителю ИТ-услуг для решения проблемы или достижения цели, выполненное одним из допустимых в рамках методологии разработки ИС способов;

б) описание условия или возможности, которой должна обладать ИС или компонент ИС (ИТ-услуга,

ІТ-сервіс) с точки зрения Поставщика или Потребителя ИТ-услуг, соответствующих договору, стандарту, спецификации или другому официальному документу, выполненное одним из допустимых в рамках методологии разработки ИС способов.

Данное определение термина «публикация требования к ИС» является частным случаем пункта «в)» определения понятия «требование к ИС», данного в стандарте IEEE 610.12–1990. Этот частный случай применяется для описания требований к ИС, выдвигаемых в ходе выполнения текущего проекта создания ИС. Документирование требований к ИС, повторно используемых в рамках нового проекта создания ИС, может выполняться другими способами, неприменимыми для описания представлений требований к ИС на уровне информации.

Существующие методологии разработки ИС позволяют выделить следующие способы описания требований к ИС [1]:

а) тексты на естественном языке, являющиеся результатами интервьюирования или анкетирования сотрудников Потребителя ИТ-услуг;

б) тексты на языке программирования, являющиеся результатами прототипирования компонентов ИС представителями Поставщика ИТ-услуг;

в) набор целевых показателей, характеризующих степень удовлетворения требования к ИС;

г) структурные визуальные модели, являющиеся результатами описания управляемого процесса, разрабатываемой ИС или отдельных компонентов ИС (например, модели, выполненные в нотациях IDEF0, IDEF3, DFD, ERD);

д) объектно-ориентированные визуальные модели, являющиеся результатами описания управляемого процесса или отдельных компонентов ИС (например, модели, выполненные в нотациях языка UML).

Два последних способа описания требований к ИС в настоящее время занимают промежуточное место между описаниями требований на естественном языке и описаниями требований в виде программно реализуемых прототипов.

Как показано выше, представлением требования к ИС на уровне информации предложено считать множество возможных описаний требования в виде текстов на естественных или формальных языках, или же в виде набора целевых показателей, характеризующих степень удовлетворения требования к ИС. Однако подобные тексты чаще всего представляют описания требований, формулируемых в ходе инициации, планирования и исполнения проекта создания конкретной ИС. Повторное использование подобных текстов чрезвычайно затруднено [2].

Сказанное позволяет сделать вывод о нецелесообразности повторного использования представлений требований на уровне информации в процессах макропроектирования и, в частности, в процессе проектирования архитектуры ИС. В то же время не подвергается сомнению трактовка представлений требования к ИС как результатов выполнения работ по выявлению требований, ранее неизвестных Поставщику, Потребителю или им обоим, а также формулирования выявленных требований к ИС.

Поэтому представления требований к ИС на уровне информации следует рассматривать как набор описаний этих требований, выполненных с различных точек зрения различными участниками проекта создания ИС с целью фиксации знаний этих участников о предметной области и разрабатываемой ИС.

В то же время рассмотрение представлений требования к ИС на уровне информации только как множества публикаций, выполненных одним или несколькими из перечисленных выше способов, является недостаточным для использования этих требований в проекте создания ИС и особенно для повторного использования этих требований в других проектах создания ИС. Для выделения из этих описаний знаний об управляемом объекте или процессе, а также о разрабатываемой ИС или ее компоненте необходим специальный механизм трансформации описаний требований к ИС к виду, пригодному для извлечения знаний.

Исходя из сказанного выше, основной задачей данного исследования является разработка моделей паттернов проектирования требований к ИС на уровне информации как инструмента, позволяющего решить задачу добычи знаний, доступных для повторного использования, из публикаций требований к ИС. Эти паттерны проектирования должны быть в максимальной степени независимы от особенностей их технологической реализации, в частности – от особенностей формального описания конкретных моделей данных, которые, в свою очередь, определяют особенности выполнения операций хранения и управления представлениями требований к ИС. Это условие позволит обеспечить возможность использования разрабатываемых паттернов проектирования даже в случае кардинального изменения ИТ хранения данных.

Используем для разработки модели представления требования к ИС на уровне информации предложенную в [3] обобщенную модель сформулированных требований к ИС I_{IS}^{tr} . Тогда модель представления сформулированных требований к ИС на уровне информации следует представлять как формализованное описание каждого элемента подкласса I_{IS}^{tr} с последующим уточнением после отнесения этого элемента к одному из следующих подклассов: $I_{IS}^B, I_{IS}^{IB}, I_{IS}^S, I_{IS}^f, I_{IS}^{nf}, I_{IS}^{fw}, I_{IS}^{nfw}$. Исходя из этой точки зрения, модель представления сформулированных требований к ИС на уровне информации будет представлять собой кортеж атрибутов, который структурно разделен на две части:

$$M_{I_{IS}^{tr}} = \left\langle \langle M_I^{AtPt} \rangle, \langle M_I^{Atgr} \rangle \right\rangle, \quad (1)$$

где $M_{I_{IS}^{tr}}$ – модель подкласса представлений сформулированных требований к ИС на уровне информации; $\langle M_I^{AtPt} \rangle$ – кортеж элементов атрибутивной модели требования к ИС, которые определяются паттернами проектирования требований к ИС на уровне информации и являются обязательными для

требований любой группы; $\langle M_I^{At_{gr}} \rangle$ – кортеж элементов атрибутивной модели требования к ИС, которые определяются, исходя из индивидуальных особенностей выполнения Поставщиком и Потребителем процессов, непосредственно работающих с представлениями требований конкретной группы на уровне информации.

Элементы кортежа $\langle M_I^{At_{Pt}} \rangle$ в общем случае определяются структурным паттерном публикаций требований к ИС Pt_{r_publ} и структурным паттерном представления публикаций требований к ИС в виде, пригодном для извлечения знаний Pt_{r_kn} .

Модель, описывающая структурный паттерн публикаций требований к ИС Pt_{r_publ} , в общем случае будет иметь следующий вид:

$$Pt_{r_publ} = \langle At_r, At_{pub_t}, At_{pub}, At_{files}, At_{proj}, \langle at_r, at_{pub_t}, at_{pub}, at_{files}, at_{proj} \rangle \rangle, \quad (2)$$

где Pt_{r_publ} – модель структурного паттерна публикации требования к ИС на уровне информации, определяющего семантику описания публикаций требований к ИС различных групп; At_{pub_t} – подмножество атрибутов, описывающих типы публикаций требований к ИС; At_{pub} – подмножество атрибутов, описывающих публикации требований к ИС; At_{files} – подмножество атрибутов, описывающих файлы, в которых хранятся публикации требований к ИС; at_{pub_st} – атрибут, идентифицирующий тип публикации конкретного сформулированного требования к ИС; at_{pub} – атрибут, идентифицирующий публикацию конкретного сформулированного требования к ИС; at_{files} – атрибут, идентифицирующий файл, в котором хранится публикация конкретного сформулированного требования к ИС; $\langle at_r, at_{pub_t}, at_{pub}, at_{files}, at_{proj} \rangle$ – кортеж атрибутов, описывающий факт создания публикации конкретного сформулированного требования к ИС в проекте создания конкретной ИС.

Интерпретацией модели (2) в ходе разработки ИТ формирования и анализа требований к ИС является схема одной или нескольких витрин данных, предназначенных для хранения исторической информации о публикациях требований, выполненных в рамках проектов создания различных ИС.

Для описания представления публикации требования к ИС в виде, пригодном для извлечения знаний, следует, прежде всего, определить основной подход к организации этих знаний. Такой подход должен определяться необходимостью использования унифицированных представлений функциональных требований к ИТ-услугам и реализующим эти услуги ИТ-сервисам для решения задач синтеза архитектур ИС и ее обеспечивающей части.

В качестве такого общего подхода рассмотренная в [4] концепция представления требований к ИС использует процессный подход. Данный подход

позволяет рассматривать любое (функциональное или нефункциональное) требование к любому элементу информационной системы как часть описания процесса, визуальная модель которого в нотации Гейна-Сарсона показана на рис. 1.

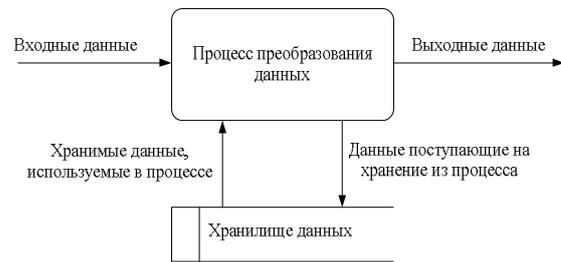


Рисунок 1 – Визуальная модель процесса преобразования данных как типового элемента информационной системы

Предлагаемое обобщенное представление элемента информационной системы позволяет уточнить онтологию понятия «требование к элементу информационной системы» путем выдвижения следующих аксиоматических утверждений и следствий из них [5].

Утверждение 1. Каждое требование к процессу описывает только один требующий автоматизации процесс предприятия или только одну разрабатываемую функцию ИС. По мере необходимости это описание может быть детализировано совокупностью других требований к процессам.

Утверждение 2. Требования к границам системы описывают пределы ИС, за которые нельзя выходить при выявлении требований к процессам.

Следствие из Утверждения 2. Каждое требование к процессу будет представлять собой требование к границам системы для совокупности требований к процессам, детализирующим описание этого требования.

Утверждение 3. Требования к входным, хранимым и выходным данным описывают структуры данных с устанавливаемой разработчиком степенью детализации и позволяют уточнить взаимодействие процессов, требующих автоматизации.

Следствие из Утверждения 3. Требования к входным, выходным и хранимым данным являются звеньями, согласующими описания различных требований к процессам.

Данные утверждения позволяют рассматривать понятие «требование к элементу ИС» как категориальное, включающее в себя следующие классы требований:

- а) требование к входным данным, устанавливающим особенности представления потоков, иницирующих выполнение процесса;
- б) требование к выходным данным, устанавливающим особенности представления результатов выполнения процесса;
- в) требование к хранимым данным, устанавливающим особенности представления потоков, доступных для использования в ходе периодического выполнения процесса;
- г) требование к процессу преобразования данных, который устанавливает особенности преобра-

зований вимог до вхідних даних в вимоги до зберіганим даним, вимог до вхідних даним в вимоги до вихідних даним, а також вимог до зберіганим даним в вимоги до вихідних даним в ході виконання процесу.

В свою чергу клас «Вимога до зберіганим даним» можна розділити на два наступних підкласа:

- а) вимога до зберіганим даним, використовується в процесі;
- б) вимога до даним, поступаючим на зберігання з процесу.

Контекстна діаграма класів, описуюча поняття «Вимога до елементу інформаційної системи», приведена на рис. 2.

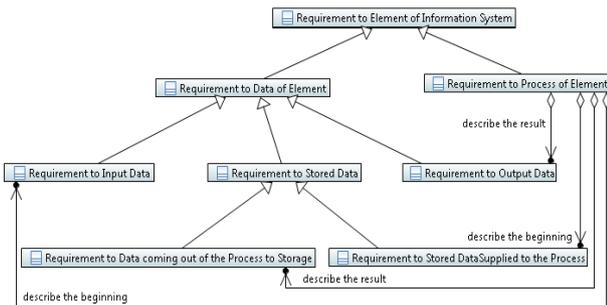


Рисунок 2 – Контекстна діаграма класів, описуюча поняття «Вимога до елементу інформаційної системи»

Предлагаемые классы, описывающие требования к элементам ИС, полностью соответствуют как главной цели деятельности ИС – формированию и отображению единого целостного информационного представления объекта или процесса в соответствии с поставленными перед системой целями – так и рассчетному подходу к описанию требований к ИС.

Рассмотренный подход к определению понятия «требование к элементу ИС» позволяет рассматривать модель структурного паттерна представления публикации требований к ИС в виде, пригодном для извлечения знаний, Pt_{r_kn} как множество, состоящее из следующих элементов:

а) модель структурного паттерна представления структур данных, присутствующих в публикации требования к ИС, $Pt_{r_kn_dst}$;

б) модель структурного паттерна представления внешних по отношению к процессу объектов, которые непосредственно участвуют в выполнении процесса и присутствуют в публикации требования к ИС, $Pt_{r_kn_eobj}$;

в) модель структурного паттерна представления процессов, присутствующих в публикации требования к ИС, $Pt_{r_kn_proc}$.

Модель структурного паттерна представления структур данных, присутствующих в публикации требования к ИС, $Pt_{r_kn_dst}$ в общем случае будет иметь следующий вид:

$$Pt_{r_kn_dst} = \langle \langle At_{pub_t}, At_{pub}, At_{str_t}, At_{str}, At_{str_m_t}, At_{str_m}, At_{attr_t}, At_{attr}, \langle at_{pub_t}, at_{pub}, at_{str_t}, at_{str}, at_{str_m_t}, at_{str_m}, at_{attr_t}, at_{attr} \rangle \rangle \rangle, \quad (3)$$

где At_{str_t} – подмножество атрибутов, описывающих типы структур данных (сущности, классы), присутствующих в публикации требования к ИС; At_{str} – подмножество атрибутов, описывающих структуру данных, присутствующую в публикации требования к ИС; $At_{str_m_t}$ – подмножество атрибутов, описывающих типы элементов структур данных, присутствующих в публикации требования к ИС; At_{str_m} – подмножество атрибутов, описывающих элемент структуры данных, присутствующий в публикации требования к ИС; At_{attr_t} – подмножество атрибутов, описывающих типы атрибутов структур данных, присутствующих в публикации требования к ИС; At_{attr} – подмножество атрибутов, описывающих атрибут структуры данных, присутствующий в публикации требования к ИС; at_{str_t} – атрибут, идентифицирующий тип структуры данных, присутствующей в публикации конкретного сформулированного требования к ИС; at_{str} – атрибут, идентифицирующий структуру данных, присутствующую в публикации конкретного сформулированного требования к ИС; $at_{str_m_t}$ – атрибут, идентифицирующий тип элемента структуры данных, присутствующего в публикации конкретного сформулированного требования к ИС; at_{str_m} – атрибут, идентифицирующий элемент структуры данных, присутствующий в публикации конкретного сформулированного требования к ИС; at_{attr_t} – атрибут, идентифицирующий тип атрибута структуры данных, присутствующего в публикации конкретного сформулированного требования к ИС; at_{attr} – атрибут, идентифицирующий атрибут структуры данных, присутствующий в публикации конкретного сформулированного требования к ИС.

Интерпретацией модели (3) в ходе разработки ИТ формирования и анализа требований к ИС является схема одной или нескольких витрин данных, предназначенных для хранения исторической информации о структурах данных, присутствовавших в публикациях требований, выполненных в рамках проектов создания различных ИС.

Модель структурного паттерна представления внешних по отношению к процессу объектов, которые непосредственно участвуют в выполнении процесса и присутствуют в публикации требования к ИС, $Pt_{r_kn_eobj}$ в общем случае будет иметь следующий вид:

$$Pt_{r_kn_eobj} = \langle \langle At_{pub_t}, At_{pub}, At_{eobj_t}, At_{eobj}, \langle at_{pub_t}, at_{pub}, at_{eobj_t}, at_{eobj} \rangle \rangle \rangle, \quad (4)$$

где At_{eobj_t} – підмножество атрибутів, описуючих типи зовнішніх по відношенню до процесу об'єктів, які безпосередньо беруть участь у виконанні процесу і присутні в публікації вимоги до ІС; At_{eobj} – підмножество атрибутів, описуючих зовнішній по відношенню до процесу об'єкт, який безпосередньо бере участь у виконанні процесу і присутній в публікації вимоги до ІС; at_{eobj_t} – атрибут, ідентифікуючий тип зовнішнього по відношенню до процесу об'єкта, який безпосередньо бере участь у виконанні процесу і присутній в публікації конкретного сформульованого вимоги до ІС; at_{eobj} – атрибут, ідентифікуючий зовнішній по відношенню до процесу об'єкт, який безпосередньо бере участь у виконанні процесу і присутній в публікації конкретного сформульованого вимоги до ІС.

Інтерпретацією моделі (4) в ході розробки ІТ формування і аналізу вимог до ІС являється схема однієї або декількох витрин даних, призначених для збереження історичної інформації про зовнішніх по відношенню до процесу об'єктах, які безпосередньо беруть участь у виконанні процесу і присутні в публікаціях вимог, виконаних в межах проектів створення різних ІС.

Модель структурного паттерна представлення процесів, присутніх в публікації вимоги до ІС, $Pt_{r_kn_proc}$ в загальному випадку матиме наступний вигляд:

$$Pt_{r_kn_proc} = \langle At_{pub_t}, At_{pub}, At_{proc}, At_{inst_t}, At_{inst}, \langle at_{pub_t}, at_{pub}, at_{proc}, at_{inst_t}, at_{inst} \rangle \rangle, \quad (5)$$

где At_{proc} – підмножество атрибутів, описуючих процес, присутніх в публікації вимоги до ІС; At_{inst_t} – підмножество атрибутів, описуючих типи елементів (зовнішніх по відношенню до процесу об'єктів або структур даних), пов'язаних з процесом в публікації вимоги до ІС; At_{eobj} – підмножество атрибутів, описуючих елементи, пов'язані з процесом в публікації вимоги до ІС; at_{proc} – атрибут, ідентифікуючий процес, присутній в публікації конкретного сформульованого вимоги до ІС; at_{inst_t} – атрибут, ідентифікуючий тип елемента, пов'язаного з процесом в публікації конкретного сформульованого вимоги до ІС; at_{inst} – атрибут, ідентифікуючий елемент, пов'язаний з процесом в публікації конкретного сформульованого вимоги до ІС.

Інтерпретацією моделі (5) в ході розробки ІТ формування і аналізу вимог до ІС являється схема однієї або декількох витрин даних, призначених для збереження історичної інформації про процесах, присутніх в публікаціях вимог, виконаних в межах проектів створення різних ІС.

Для випадку використання в якості елементарних описань створюваної системи окремих вимог до ІС підклас об'єктів I_{IS}^{Pt} слід розглядати як множину структурних паттернів проектування вимог до ІС на рівні інформації, встановлюючих конкретний тип елемента $\langle M_I^{AtPt} \rangle$ моделі (1), яке має вигляд:

$$I_{IS}^{Pt} = \{ Pt_{r_publ}, Pt_{r_kn_dst}, Pt_{r_kn_eobj}, Pt_{r_kn_proc} \} = \{ \langle At_r, At_{pub_t}, At_{pub}, At_{files}, At_{proj}, \langle at_r, at_{pub_t}, at_{pub}, at_{files}, at_{proj} \rangle \rangle, \langle At_{pub_t}, At_{pub}, At_{str_t}, At_{str}, At_{str_m_t}, At_{str_m}, At_{attr_t}, At_{attr}, \langle at_{pub_t}, at_{pub}, at_{str_t}, at_{str}, at_{str_m_t}, at_{str_m}, at_{attr_t}, at_{attr} \rangle \rangle, \langle At_{pub_t}, At_{pub}, At_{eobj_t}, At_{eobj}, \langle at_{pub_t}, at_{pub}, at_{eobj_t}, at_{eobj} \rangle \rangle, \langle At_{pub_t}, At_{pub}, At_{proc}, At_{inst_t}, At_{inst}, \langle at_{pub_t}, at_{pub}, at_{proc}, at_{inst_t}, at_{inst} \rangle \rangle \}. \quad (6)$$

Підклас морфізмів $H(I_{IS}^{Pt})$ складається з наступних видів морфізмів:

- а) одиничні морфізми $I_{Pt_{r_publ}}, I_{Pt_{r_kn_dst}}, I_{Pt_{r_kn_eobj}}, I_{Pt_{r_kn_proc}}$, що відображають структурні паттерни $Pt_{r_publ}, Pt_{r_kn_dst}, Pt_{r_kn_eobj}$ і $Pt_{r_kn_proc}$, відповідно, самі в себе;
- б) морфізми, встановлюючі зв'язки між структурними паттернами $Pt_{r_publ}, Pt_{r_kn_dst}, Pt_{r_kn_eobj}$ і $Pt_{r_kn_proc}$.

Для моделі паттерна Pt_{r_publ} умови існування одиничних морфізмів аналогічні описаним в [A2] умовам існування одиничних морфізмів, що відображають структурні паттерни проектування вимог на рівні даних Pt_{Id}, Pt_{Ctrl} і Pt_{Op} самі в себе, а моделі цих морфізмів будуть мати, відповідно, наступний вигляд:

$$I_{Pt_{r_publ}}^{add} : [At_r \oplus At_x] \oplus [At_{pub_t} \oplus At_x] \oplus [At_{pub} \oplus at_x] \oplus [At_{files} \oplus At_x] \oplus [At_{proj} \oplus At_x] \oplus [\emptyset \oplus At_x], \quad (7)$$

$$I_{Pt_{r_publ}}^{upd} : [(At_r \setminus At_x) \cup At'_x] \oplus [(At_{pub_t} \setminus at_x) \cup At'_x] \oplus [(At_{pub} \setminus At_x) \cup At'_x] \oplus [(At_{files} \setminus At_x) \cup At'_x] \oplus [(At_{proj} \setminus At_x) \cup At'_x], \quad (8)$$

$$I_{Pt_{r_publ}}^{del} : [At_r \setminus At_x] \oplus [At_{pub_t} \setminus At_x] \oplus [At_{pub} \setminus At_x] \oplus [At_{files} \setminus At_x] \oplus [At_{proj} \setminus At_x]. \quad (9)$$

Для моделі паттерна $Pt_{r_kn_dst}$ умови існування одиничних морфізмів аналогічні описаним в [A2] умовам існування одиничних

морфизмов, отображающих структурные паттерны проектирования требований на уровне данных Pt_{Id} , Pt_{Ctrl} и Pt_{Op} самих в себя, а модели этих морфизмов будут иметь, соответственно, следующий вид:

$$I_{Pt_{r_kn_dst}}^{add} : [At_{pub_t} \oplus At_x] \oplus \oplus [At_{pub} \oplus At_x] \oplus [At_{str_t} \oplus At_x] \oplus \oplus [At_{str} \oplus At_x] \oplus [At_{str_m_t} \oplus At_x] \oplus \oplus [At_{str_m} \oplus At_x] \oplus [At_{attr_t} \oplus At_x] \oplus \oplus [At_{attr} \oplus At_x] \oplus [\emptyset \oplus At_x], \quad (10)$$

$$I_{Pt_{r_kn_dst}}^{upd} : [(At_{pub_t} \setminus At_x) \cup At'_x] \oplus \oplus [(At_{pub} \setminus At_x) \cup At'_x] \oplus \oplus [(At_{str} \setminus At_x) \cup At'_x] \oplus \oplus [(At_{str_m_t} \setminus At_x) \cup At'_x] \oplus \oplus [(At_{str_m} \setminus At_x) \cup At'_x] \oplus \oplus [(At_{attr_t} \setminus At_x) \cup At'_x] \oplus \oplus [(At_{attr} \setminus At_x) \cup At'_x], \quad (11)$$

$$I_{Pt_{r_kn_dst}}^{del} : [At_{pub_t} \setminus At_x] \oplus [At_{pub} \setminus At_x] \oplus \oplus [At_{str_t} \setminus At_x] \oplus [At_{str} \setminus At_x] \oplus \oplus [At_{str_m_t} \setminus At_x] \oplus [At_{str_m} \setminus At_x] \oplus \oplus [At_{attr_t} \setminus At_x] \oplus [At_{attr} \setminus At_x]. \quad (12)$$

Для модели паттерна $Pt_{r_kn_eobj}$ условия существования единичных морфизмов аналогичны описанным в [A2] условиям существования единичных морфизмов, отображающих структурные паттерны проектирования требований на уровне данных Pt_{Id} , Pt_{Ctrl} и Pt_{Op} самих в себя, а модели этих морфизмов будут иметь, соответственно, следующий вид:

$$I_{Pt_{r_kn_eobj}}^{add} : [At_{pub_t} \oplus At_x] \oplus \oplus [At_{pub} \oplus At_x] \oplus [At_{eobj_t} \oplus At_x] \oplus \oplus [At_{eobj} \oplus At_x] \oplus [\emptyset \oplus At_x], \quad (13)$$

$$I_{Pt_{r_kn_eobj}}^{upd} : [(At_{pub_t} \setminus At_x) \cup At'_x] \oplus \oplus [(At_{pub} \setminus At_x) \cup At'_x] \oplus \oplus [(At_{eobj_t} \setminus At_x) \cup At'_x] \oplus \oplus [(At_{eobj} \setminus At_x) \cup At'_x], \quad (14)$$

$$I_{Pt_{r_kn_eobj}}^{del} : [At_{pub_t} \setminus At_x] \oplus \oplus [At_{pub} \setminus At_x] \oplus [At_{eobj_t} \setminus At_x] \oplus \oplus [At_{eobj} \setminus At_x]. \quad (15)$$

Для модели паттерна $Pt_{r_kn_proc}$ условия существования единичных морфизмов аналогичны описанным в [A2] условиям существования единичных морфизмов, отображающих структурные паттерны проектирования требований на уровне данных Pt_{Id} , Pt_{Ctrl} и Pt_{Op} самих в себя, а модели этих морфизмов будут иметь, соответственно, следующий вид:

$$I_{Pt_{r_kn_proc}}^{add} : [At_{pub_t} \oplus At_x] \oplus [At_{pub} \oplus At_x] \oplus [At_{proc} \oplus At_x] \oplus [At_{inst_t} \oplus At_x] \oplus \oplus [At_{inst} \oplus At_x] \oplus [\emptyset \oplus At_x], \quad (16)$$

$$I_{Pt_{r_kn_proc}}^{upd} : [(At_{pub_t} \setminus At_x) \cup At'_x] \oplus \oplus [(At_{pub} \setminus At_x) \cup At'_x] \oplus \oplus [(At_{proc} \setminus At_x) \cup At'_x] \oplus \oplus [(At_{inst_t} \setminus At_x) \cup At'_x] \oplus \oplus [(At_{inst} \setminus At_x) \cup At'_x], \quad (17)$$

$$I_{Pt_{r_kn_proc}}^{del} : [At_{pub_t} \setminus At_x] \oplus \oplus [At_{pub} \setminus At_x] \oplus [At_{proc} \setminus At_x] \oplus \oplus [At_{inst_t} \setminus At_x] \oplus [At_{inst} \setminus At_x]. \quad (18)$$

Из всех возможных морфизмов, устанавливающих связи между моделями структурных паттернов Pt_{r_publ} , $Pt_{r_kn_dst}$, $Pt_{r_kn_eobj}$ и $Pt_{r_kn_proc}$, могут существовать только морфизмы $H(Pt_{r_publ}, Pt_{r_kn_dst})$, $H(Pt_{r_publ}, Pt_{r_kn_eobj})$, $H(Pt_{r_publ}, Pt_{r_kn_proc})$, $H(Pt_{r_kn_dst}, Pt_{r_kn_eobj})$, $H(Pt_{r_kn_dst}, Pt_{r_kn_proc})$. Существование данных морфизмов обусловлено следующими ограничениями:

- невозможно появление описаний ранее неизвестных в рамках ИТ формирования и анализа требований к ИС структур данных, внешних объектов и процессов без предварительного появления публикации требования к ИС, содержащей эти структуры данных, внешние объекты и процессы;
- невозможно подробное описание конкретного процесса без предварительного описания структур данных и внешних объектов, характерных только для данного процесса.

Морфизм $H(Pt_{r_publ}, Pt_{r_kn_dst})$ в общем случае имеет следующий вид:

$$H(Pt_{r_publ}, Pt_{r_kn_dst}) : \{ At_{pub_t}^{r_publ} \} \rightarrow \{ At_{pub_t}^{r_kn_dst}, At_{pub}^{r_kn_dst} \}, \quad (19)$$

где $At_{pub_t}^{r_publ}$ – подмножество атрибутов, описывающих тип публикации требования к ИС в модели структурного паттерна Pt_{r_publ} ; $At_{pub}^{r_publ}$ – подмножество атрибутов, описывающих публикацию требования к ИС в модели структурного паттерна Pt_{r_publ} ; $At_{pub_t}^{r_kn_dst}$ – подмножество атрибутов, описывающих тип публикации требования к ИС в модели структурного паттерна $Pt_{r_kn_dst}$; $At_{pub}^{r_kn_dst}$ – подмножество атрибутов, описывающих публикацию требования к ИС в модели структурного паттерна $Pt_{r_kn_dst}$.

Морфизм $H(Pt_{r_publ}, Pt_{r_kn_eobj})$ в общем случае имеет следующий вид:

$$H(Pt_{r_publ}, Pt_{r_kn_eobj}) : \{ At_{pub_t}^{r_publ}, At_{pub}^{r_publ} \} \rightarrow \{ At_{pub_t}^{r_kn_eobj}, At_{pub}^{r_kn_eobj} \}, \quad (20)$$

где $At_{pub_t}^{r_kn_eobj}$ – підмножество атрибутів, описуючих тип публікації вимоги до ІС в моделі структурного паттерна $Pt_{r_kn_eobj}$; $At_{pub}^{r_kn_eobj}$ – підмножество атрибутів, описуючих публікацію вимоги до ІС в моделі структурного паттерна $Pt_{r_kn_eobj}$.

Морфізм $H(Pt_{r_publ}, Pt_{r_kn_proc})$ в загальному випадку має наступний вигляд:

$$H(Pt_{r_kn_dst}, Pt_{r_kn_proc}) : \begin{cases} \{ At_{str_t}^{r_kn_dst}, At_{str_m_t}^{r_kn_dst}, At_{attr_t}^{r_kn_dst} \} \rightarrow At_{inst_t}^{r_kn_proc} \\ \{ At_{str}^{r_kn_dst}, At_{str_m}^{r_kn_dst}, At_{attr}^{r_kn_dst} \} \rightarrow At_{inst}^{r_kn_proc} \end{cases} \quad (22)$$

где $At_{str_t}^{r_kn_dst}$ – підмножество атрибутів, описуючих тип структури даних в моделі структурного паттерна $Pt_{r_kn_dst}$; $At_{str_m_t}^{r_kn_dst}$ – підмножество атрибутів, описуючих тип елемента структури даних в моделі структурного паттерна $Pt_{r_kn_dst}$; $At_{attr_t}^{r_kn_dst}$ – підмножество атрибутів, описуючих тип атрибута структури даних в моделі структурного паттерна $Pt_{r_kn_dst}$; $At_{inst_t}^{r_kn_proc}$ – підмножество атрибутів, описуючих тип елемента, пов'язаного з процесом, в моделі структурного паттерна $Pt_{r_kn_proc}$; $At_{str}^{r_kn_dst}$ – підмножество атрибутів, описуючих структуру даних в моделі структурного паттерна $Pt_{r_kn_dst}$; $At_{str_m}^{r_kn_dst}$ – підмножество атрибутів, описуючих елемент структури даних в моделі структурного паттерна $Pt_{r_kn_dst}$; $At_{attr}^{r_kn_dst}$ – підмножество атрибутів, описуючих атрибут структури даних в моделі структурного паттерна $Pt_{r_kn_dst}$; $At_{inst}^{r_kn_proc}$ – підмножество атрибутів, описуючих елемент, пов'язаний з процесом, в моделі структурного паттерна $Pt_{r_kn_proc}$.

Морфізм $H(Pt_{r_kn_eobj}, Pt_{r_kn_proc})$ в загальному випадку має наступний вигляд:

$$H(Pt_{r_kn_dst}, Pt_{r_kn_proc}) : \begin{cases} At_{eobj_t}^{r_kn_eobj} \rightarrow At_{inst_t}^{r_kn_proc} \\ At_{eobj}^{r_kn_eobj} \rightarrow At_{inst}^{r_kn_proc} \end{cases} \quad (23)$$

где $At_{eobj_t}^{r_kn_eobj}$ – підмножество атрибутів, описуючих тип зовнішнього по відношенню до процесу об'єкта в моделі структурного паттерна $Pt_{r_kn_eobj}$; $At_{eobj}^{r_kn_eobj}$ – підмножество атрибутів, описуючих зовнішній по відношенню до про-

$$H(Pt_{r_publ}, Pt_{r_kn_proc}) : \{ At_{pub_t}^{r_publ}, At_{pub}^{r_publ} \} \rightarrow \{ At_{pub_t}^{r_kn_proc}, At_{pub}^{r_kn_proc} \}, \quad (21)$$

где $At_{pub_t}^{r_kn_proc}$ – підмножество атрибутів, описуючих тип публікації вимоги до ІС в моделі структурного паттерна $Pt_{r_kn_proc}$; $At_{pub}^{r_kn_proc}$ – підмножество атрибутів, описуючих публікацію вимоги до ІС в моделі структурного паттерна $Pt_{r_kn_proc}$.

Морфізм $H(Pt_{r_kn_dst}, Pt_{r_kn_proc})$ в загальному випадку має наступний вигляд:

цесу об'єкт в моделі структурного паттерна $Pt_{r_kn_eobj}$.

Морфізми (19)–(21) являються ін'єктивними.

Необхідно відзначити, що для випадку структурних паттернів проектування вимог до ІС, описуючих окремі версії вимог, морфізми, що входять до підкласу $H(I_{IS}^{Pt})$, будуть мати аналогічний вигляд.

ВИВІДИ. пропонується в статті моделі структурних паттернів (2)–(5) як об'єктів підкласу I_{IS}^{Pt} і поведінкових паттернів (7)–(23) як морфізмів підкласу $H(I_{IS}^{Pt})$ визначає синтаксис і семантику атрибутивних моделей вимог до ІС на рівні інформації. С точки зору практичної реалізації, розроблені моделі задають структуру схеми фрагмента сховища даних, забезпечуючого збереження представлених вимог до ІС і їх версій на рівні інформації незалежності від конкретних проектів створення ІС, в яких були сформульовані ці вимоги.

Розроблені моделі структурних і поведінкових паттернів проектування вимог до ІС дозволяють визначити головний напрям подальших досліджень – створення і вдосконалення спеціалізованих інформаційних технологій і інструментальних засобів отримання знань з описів самої ІС і вимог до неї, а також використання отриманих знань в ході синтезу архітектури створюваної ІС в цілому і структур видів забезпечення даної ІС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Паттерни проектування вимог до інформаційних систем: моделювання і застосування / В.М. Левькин, М.В. Евланов, М.А. Керносов. – Харків: ООО «Компанія «СМІТ»», 2014. – 320 с.
2. Волков Ю.О. Управление требованиями и автоматизация этого процесса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://yurivolkov.com/articles/Requirements_management

ent_automation_ru.html. – Название заголовка с экрана.

3. Евланов М.В. Модели паттернов проектирования требований к информационной системе на уровне данных // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2014. – № 1 (65). – С. 128–138.

4. Евланов М.В. Концепция представления требований к информационной системе // Вісник

національного технічного університету «ХПІ»: збір. наук. праць. Серія «Нові рішення в сучасних технологіях». – 2012. – № 68 (974). – С. 32–40.

5. Разработка метамодели требований к информационной системе / Н.В. Васильцова, М.В. Евланов, И.Ю. Панферова // АСУ и приборы автоматки. – 2004. – Вып. 129. – С. 19–27.

WEB-SERVICE REGISTRY MODEL IMPROVEMENTS

M. Ievlanov, N. Vasiltsova, I. Panfiorova

Kharkiv National University of Radioelectronics

prosp. Lenina, 14, Kharkiv, 61166, Ukraine. E-mail: iyc@kture.kharkov.ua

The main problems of architectural design of modern information systems. A method is proposed to solve these problems, which is to re-use requirements for the information system. The analysis shows that the existing methods of describing the requirements do not allow for re-use. The concept of re-use knowledge extracted from the publications of the requirements for the information system. An approach to the formal description of the structural and behavioral patterns of design requirements at the level of information. These patterns allow to generate publications describe requirements in a form suitable for the extraction of knowledge. The models of structural design patterns requirements for the information system and suggestions for the implementation of these patterns. The models of behavioral patterns design requirements for the information system.

Key words: information system, requirement, publication, pattern.

REFERENCES

1. Levykin, V.M., Ievlanov, M.V. and Kernosov M.A. (2014) *Paterny proektuvannya vymoh do informatsiynykh system: modelyuvannya i zastosuvannya* [Design patterns requirements for information systems: modeling and application], ООО «Компанија «SMIT», Kharkiv, Ukraine.

2. Volkov, Yu.O. (2014) "Requirements management and automation of this process", available at: http://yurivolkov.com/articles/Requirements_management_automation_ru.html. (accessed September 25, 2014).

3. Ievlanov, M.V. (2014) "Model design patterns requirements of the information system at the level of data ", *Radioelektronni y komp'yuterni systemy*, no. 1 (65), pp. 128–138.

4. Ievlanov, M.V. (2012) "The concept of submission of the requirement to the information system", *Visnyk natsyonalnoho tekhnicheskoho unyversyteta «KHPI». Zbirnyk naukovykh prats. Seriya «Novi reshenye v suchasnikh tekhnolohiyakh»*, no. 68 (974), pp. 32–40.

5. Vasytsova, N.V. Ievlanov, M.V. and Panforova, I.Yu. (2004) "Development of metamodel requirements of the information system", *ASU ta prylady avtomatyky*, iss. 2, pp. 19–27.

Стаття надійшла 25.09.2014.