

В. М. Левыкин, доктор технических наук, заведующий кафедрой информационных управляющих систем Харьковского национального университета радиоэлектроники
М. В. Евланов, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных управляющих систем Харьковского национального университета радиоэлектроники

КОНЦЕПЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

Рассмотрены основные положения концепции представления требований на уровнях данных, информации и знаний. Предложены модели, позволяющие описать совокупность требований к информационной системе и подходы к выявлению этих требований.

Розглянуто основні положення концепції зображення вимог на рівнях даних, інформації та знань. Запропоновано моделі, які дозволяють описати сукупність вимог до інформаційної системи та підходи до виявлення цих вимог.

The fundamentals of the concept of submission of requirements at levels of data, information and knowledge are considered. Proposed models to describe a set of requirements for the information system and approaches to the identification of these requirements.

Ключевые слова. Информационная система, требование, универсум, модель процесса, концепция представления требований.

Введение. Требования к информационной системе (ИС) являются основным ресурсом, определяющим особенности выполнения процессов проектирования архитектуры. Соответственно, от того, как именно будут описаны требования на разных уровнях представления ИС, зависит эффективность и качество результатов синтеза архитектуры ИС. Поэтому возникает необходимость перед началом описания требований к ИС определить основную концепцию их представления.

Анализ основных подходов к определению понятий “требование” и “требование к ИС”, проведенный в [1], показал отсутствие единого подхода к описанию этих понятий. Так, существующие способы классификации требований, несмотря на определенное сходство, в достаточной степени различаются между собой, а выделение признаков классификации требований не носит объективного научного характера. Не существует также единой атрибутивной модели требований к ИС, на основе которой осуществляется описание состояний требований к ИС и управление этими требованиями.

Не менее важной проблемой, возникающей при попытках описать требования к ИС формальными способами, является изначальная неполнота требований. Эта неполнота вызвана, прежде всего, стремлением Потребителя получить только те ИТ-услуги и реализующие их ИТ-сервисы, эксплуатация которых обеспечит скорейшее появление прибыли от автоматизируемого процесса. При этом Потребитель не задумывается о необходимости дополнительных ИТ-услуг и соответствующих ИТ-сервисов, необходимых для обеспечения эффективной согласованной работы основных ИТ-услуг. Не стоит сбрасывать со счетов

© В. М. Левыкин, М. В. Евланов, 2013

и “забывчивость” Потребителя, возможность слабой ориентации Потребителя в предложениях Поставщика, а также плохое знание Поставщиком особенностей предметной области Потребителя. Кроме того, следует помнить о возможности изменений автоматизируемого процесса с течением времени (например, в результате реинжиниринга или постепенного улучшения).

Постановка задачи. Проблемы, возникающие при попытках формализованного описания требований к ИС, во многом являются следствиями ограниченного концептуального представления этих требований. Основными такими ограничениями следует считать:

- представление каталога требований к ИС как множества сформулированных требований, согласованных между Поставщиком и Потребителем ИТ-услуг;
- ориентация представлений требований к ИС на особенности конкретного проекта создания ИС, что затрудняет повторное использование этих требований в других проектах.

Решение этих проблем становится возможным в том случае, если предположить, что Поставщик и Потребитель в каждом конкретном проекте создания ИС имеют дело не с простым множеством требований к ИС, полностью или частично упорядоченным определенным образом, а с более общей совокупностью требований. При этом в такую совокупность должны входить не только требования к ИС, выдвинутые Потребителем и принятые к исполнению Поставщиком, но и так называемые “забытые” (невывявленные или несвоевременно выявленные) требования, требования, которые Поставщик может выдвинуть к ИС, исходя из своего видения предметной области и т. п. Все эти требования могут раньше или позже стать элементами множества требований к ИС Tr_{IS} в ходе очередной итерации процессов, непосредственно работающих с требованиями. В общем случае множество требований к ИС Tr_{IS} имеет следующий вид:

$$Tr_{IS} = Tr_{IS}^B \cup Tr_{IS}^{IB} \cup Tr_{IS}^S \cup Tr_{IS}^f \cup Tr_{IS}^{nf} \cup Tr_{IS}^{fw} \cup Tr_{IS}^{nfw}, \quad (1)$$

где Tr_{IS}^B – подмножество бизнес-требований; Tr_{IS}^{IB} – подмножество требований к ИС как аспекту бизнеса; Tr_{IS}^S – подмножество требований к ИС в целом; Tr_{IS}^f – подмножество функциональных требований к ИТ-услугам; Tr_{IS}^{nf} – подмножество нефункциональных требований к ИТ-услугам; Tr_{IS}^{fw} – подмножество функциональных требований к ИТ-сервисам; Tr_{IS}^{nfw} – подмножество нефункциональных требований к ИТ-сервисам.

Результаты исследования. Для обозначения и дальнейшего формализованного описания такой расширенной совокупности требований к ИС предлагается использовать существующее понятие “универсум”. Это понятие воспринимается чаще всего как философский термин, обозначающий всю объективную реальность во времени и в пространстве. Однако существующие представления данного понятия оставляют в стороне самого исследователя, который своими действиями (или бездействием) формирует универсум с использованием конкретных архитектурных фреймворков, методов и методик. В то же время опыт разработки многих программных систем показывает, что выбор тех или иных инструментальных средств выполнения этих проектов в существенной степени определяется предпочтениями конкретных разработчиков. Аналогичная ситуация возникает, например, при выборе моделей и методов анализа и проектирования программных систем [2].

Исходя из этого, предлагается интерпретировать философско-логическое понятие “универсум” применительно к потребностям разработки ИС следующим образом: “универсум – это “множество всех возможных систем”, из которых лишь одна – исследуемая система –

реальна, а все остальные (в том числе и создаваемую ИС) возможно осмыслить только логическим путем, то есть непротиворечивым образом представляя возможные факты или связи исследуемой системы”. Развивая данную интерпретацию, понятие “универсум” в теории и практике создания, внедрения, эксплуатации и модернизации ИС можно определить следующим образом: “Универсум – совокупность данных, информации и знаний об исследуемой системе, объекте или процессе как известных, так и неизвестных исследователю, в распоряжении которого имеется конечное множество методов получения и обработки этих данных, информации и знаний”.

Данное определение порождает целый ряд следствий, из которых для формализованного описания требований к ИС и процессов проектирования архитектуры важны, прежде всего:

а) следствие 1 из данного определения: точность описания исследуемой системы, объекта или процесса стремится к максимуму в том случае, если объем неизвестных исследователю данных, информации и знаний об этой системе, объекте или процессе стремится к минимуму;

б) следствие 2 из данного определения: исследователь всегда должен допускать, что совокупность неизвестных ему данных, информации и знаний об исследуемой системе, объекте или процессе не является пустой;

в) следствие 3 из данного определения и следствий 1 и 2: для практического применения потребителем универсум должен обладать не максимальной точностью, а такой точностью, которая позволит на основании совокупности известных данных, информации и знаний принимать решения с желаемыми для потребителя универсума характеристиками эффективности и качества.

Формально предлагаемое определение универсума U может быть описано следующим образом:

$$U = (\langle D, I, K \rangle, \langle UnD, UnI, UnK \rangle, (F) \rangle, \quad (2)$$

где U – обозначение универсума;

D – множество данных, известных исследователю благодаря применению имеющихся в его распоряжении методов добычи и обработки данных;

I – множество информации, известной исследователю благодаря применению имеющихся в его распоряжении методов добычи и обработки информации;

K – множество знаний, известных исследователю благодаря применению имеющихся в его распоряжении методов добычи и обработки знаний;

UnD – множество данных, неизвестных исследователю;

UnI – множество информации, неизвестной исследователю;

UnK – множество знаний, неизвестных исследователю;

$(F): \langle UnD, UnI, UnK \rangle \rightarrow \langle D, I, K \rangle$ – множество отображений, описывающих множество методов, преобразующих неизвестные данные, информацию и знания в известные.

Согласно определению универсума множество требований к ИС (1) становится известным тогда, когда требования, составляющие это множество, выдвинуты Потребителем, приняты к исполнению Поставщиком и согласованы между Поставщиком и Потребителем. В дальнейшем множество (1), используемое для описания известных требований к ИС, будем называть множеством сформулированных требований к ИС. Каждое из подмножеств множества сформулированных требований к ИС в этом случае может быть определено следующим образом:

$$\begin{aligned} Tr_{IS}^B &= \langle D_{IS}^B, I_{IS}^B, K_{IS}^B \rangle; Tr_{IS}^{IB} = \langle D_{IS}^{IB}, I_{IS}^{IB}, K_{IS}^{IB} \rangle; Tr_{IS}^S = \langle D_{IS}^S, I_{IS}^S, K_{IS}^S \rangle; \\ Tr_{IS}^f &= \langle D_{IS}^f, I_{IS}^f, K_{IS}^f \rangle; Tr_{IS}^{nf} = \langle D_{IS}^{nf}, I_{IS}^{nf}, K_{IS}^{nf} \rangle; \\ Tr_{IS}^{fw} &= \langle D_{IS}^{fw}, I_{IS}^{fw}, K_{IS}^{fw} \rangle; Tr_{IS}^{IB} = \langle D_{IS}^{IB}, I_{IS}^{IB}, K_{IS}^{IB} \rangle. \end{aligned} \quad (3)$$

В этих описаниях каждый из элементов кортежей представляет собой описание данных, информации и знаний, определяющих сформулированные требования к ИС из соответствующих подмножеств.

Исходя из представлений групп сформулированных требований (3), представление множества сформулированных требований к ИС Tr_{IS} в универсуме требований будет иметь вид:

$$\begin{aligned} Tr_{IS} = \langle D_{IS}, I_{IS}, K_{IS} \rangle &= \langle D_{IS}^B, I_{IS}^B, K_{IS}^B \rangle \cup \langle D_{IS}^{IB}, I_{IS}^{IB}, K_{IS}^{IB} \rangle \cup \\ &U \langle D_{IS}^s, I_{IS}^s, K_{IS}^s \rangle \cup \langle D_{IS}^f, I_{IS}^f, K_{IS}^f \rangle \cup \langle D_{IS}^{nf}, I_{IS}^{nf}, K_{IS}^{nf} \rangle \cup \\ &U \langle D_{IS}^{fw}, I_{IS}^{fw}, K_{IS}^{fw} \rangle \cup \langle D_{IS}^{nfw}, I_{IS}^{nfw}, K_{IS}^{nfw} \rangle. \end{aligned} \quad (4)$$

Что касается данных, информации и знаний, неизвестных одному или всем участникам проекта создания ИС, то они могут быть описаны следующим образом:

$$\begin{aligned} \langle UnD, UnI, UnK \rangle &= \langle UnD^{Sp}, UnI^{Sp}, UnK^{Sp} \rangle \cup \\ &U \langle UnD^{Cs}, UnI^{Cs}, UnK^{Cs} \rangle \cup \langle UnD^{Sp\&Cs}, UnI^{Sp\&Cs}, UnK^{Sp\&Cs} \rangle, \end{aligned} \quad (5)$$

где $\langle UnD^{Sp}, UnI^{Sp}, UnK^{Sp} \rangle$ – множество данных, информации и знаний, неизвестных Поставщику;

$\langle UnD^{Cs}, UnI^{Cs}, UnK^{Cs} \rangle$ – множество данных, информации и знаний, неизвестных Потребителю;

$\langle UnD^{Sp\&Cs}, UnI^{Sp\&Cs}, UnK^{Sp\&Cs} \rangle$ – множество данных, информации и знаний, неизвестных Поставщику и Потребителю.

Множество методов добычи и обработки для универсума требований можно в этом случае разделить на следующие подмножества:

а) подмножество методов выявления и анализа требований Потребителем, имеющее в общем случае следующий вид:

$$\begin{aligned} (F_{Sp}^{Sp\&Cs}) : \langle UnD^{Sp\&Cs}, UnI^{Sp\&Cs}, UnK^{Sp\&Cs} \rangle &\rightarrow \\ &\rightarrow \langle UnD^{Sp}, UnI^{Sp}, UnK^{Sp} \rangle; \end{aligned} \quad (6)$$

б) подмножество методов выявления и анализа требований Поставщиком, имеющее в общем случае следующий вид:

$$\begin{aligned} (F_{Cs}^{Sp\&Cs}) : \langle UnD^{Sp\&Cs}, UnI^{Sp\&Cs}, UnK^{Sp\&Cs} \rangle &\rightarrow \\ &\rightarrow \langle UnD^{Cs}, UnI^{Cs}, UnK^{Cs} \rangle; \end{aligned} \quad (7)$$

в) подмножество методов согласования требований, выявленных Потребителем и предъявленных Поставщику, в общем случае имеющее вид:

$$(F^{Sp}) : \langle UnD^{Sp}, UnI^{Sp}, UnK^{Sp} \rangle \rightarrow \langle D, I, K \rangle; \quad (8)$$

г) подмножество методов согласования требований, выявленных Поставщиком и предъявленных Потребителю, в общем случае имеющее вид:

$$(F^{Cs}) : \langle UnD^{Cs}, UnI^{Cs}, UnK^{Cs} \rangle \rightarrow \langle D, I, K \rangle. \quad (9)$$

Тогда универсум, определяющий описание любого требования из множества всех возможных требований к ИС, в общем случае будет иметь вид:

$$\begin{aligned}
 U_{TrIS} = (< D_{IS}, I_{IS}, K_{IS} >, < UnD^{Sp}, UnI^{Sp}, UnK^{Sp} >, \\
 < UnD^{Cs}, UnI^{Cs}, UnK^{Cs} >, < UnD^{Sp\&Cs}, UnI^{Sp\&Cs}, UnK^{Sp\&Cs} >, \\
 (F_{Sp}^{Sp\&Cs}), (F_{Cs}^{Sp\&Cs}), (F^{Sp}), (F^{Cs})).
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

Данное описание основано на модели DIKW (Data, Information, Knowledge and Wisdom), предложенной для управления знаниями [3]. Использование этой иерархии для описания процессов, непосредственно работающих с требованиями, а также процессов проектирования архитектуры обусловлено сложившимся в 1990-х гг. убеждением [4], согласно которому никакое представление требований в одном виде не дает их полной картины. Сравнение представлений требований, полученных различными специалистами в ходе разнообразных исследований, помогает выявить несоответствия, неясности, допущения и упущения, которые трудно обнаружить, когда требования представлены в одном формате.

Поэтому возникает необходимость рассмотрения каждого требования к ИС как изначального многообразия представлений этого требования в виде данных, информации и знаний. Существование такого многообразия обусловлено следующими причинами:

а) представление требований к ИС на уровне информации предназначено для описания различными способами элементов автоматизируемых объектов или процессов, элементов разрабатываемой ИС или ИС в целом с целью обеспечения возможности выполнения проекта создания ИС, к которой выдвинуто требование, путем выполнения последовательности преобразований “неформализованное описание требования на естественном языке – частично формализованные описания требований – формальное описание требования в виде набора целевых показателей, значения которых характеризуют степень удовлетворения требования $r(tr_i)$ ”;

б) представление требований на уровне данных предназначено для формирования описаний требования к ИС и его отдельных представлений, взаимно согласованных друг с другом, с целью обеспечения возможности осуществления стандартных операций ввода, отображения, редактирования и удаления требования к ИС и его отдельных представлений в рамках ИТ формирования и анализа требований к ИС, а также управления отдельными требованиями в ходе выполнения проекта создания ИС;

в) представление требования к ИС на уровне знаний предназначено для выявления знаний об автоматизируемых объектах или процессах, разрабатываемых элементах ИС или ИС в целом с целью обеспечения возможности повторного использования этих знаний в проектах создания других ИС.

Принятие рассмотрения каждого требования к ИС как изначального многообразия его представлений в качестве аксиомы формирования универсума требований (2) приводит к тому, что начальным описанием любого возможного требования к ИС, как известного, так и неизвестного, может быть любой из следующих вариантов:

а) описание требования к ИС в виде данных (например, фрагмент атрибутивной модели требования к ИС, однозначно определяющей идентификаторы повторно используемого представления требования к ИС или всего требования в целом);

б) описание требования к ИС в виде информации (например, результат интервьюирования Потребителя ИТ-услуг или же разработанная Поставщиком ИТ-услуг модель потоков данных);

в) описание требования к ИС в виде знаний (например, онтология предметной области, сформулированная Поставщиком на основе своего опыта автоматизации конкретного типа БП или же Потребителем на основе изучения своих БП).

Подобное представление универсума требований к ИС позволяет пересмотреть процесс проектирования архитектуры системы. Если рассматривать данный процесс с точки зрения методологии SSADM и ей подобных, то последовательность преобразований требований к ИС можно описать схемой, показанной на рис. 1. При этом методология SSADM

рассматривает модель архитектуры ИС как структурную модель потоков данных и дополняющие ее структурные модели данных ИС и ее отдельных функций.

Такая последовательность преобразований требований к ИС требует от Потребителей максимально полной и четкой формулировки требований, чтобы на основе этой формулировки можно было построить точную и непротиворечивую модель этих требований. Иными словами, полученную от Потребителей информацию о требованиях к ИС Поставщик в ходе выполнения процессов формирования и анализа требований должен преобразовать в структурные модели, описывающие наборы данных, процессы их ввода, хранения, обработки и отображения, а также движение этих наборов данных между процессами, внешними сущностями и хранилищами данных.

Однако общие особенности подобных моделей определяются особенностями моделируемого объекта. Это значит, что особенности моделей архитектуры системы (например, модели функциональной структуры ИС) должны отражать особенности моделей автоматизируемых бизнес-процессов предприятия. Следовательно, и модели требований как исходные данные для построения модели архитектуры системы, и формулировки требований, выдвинутых Потребителями и принятых к исполнению Поставщиком, должны отражать особенности процессного подхода к описанию объекта управления, системы управления (а в нашем случае – еще и ИС как элемента этой системы управления).

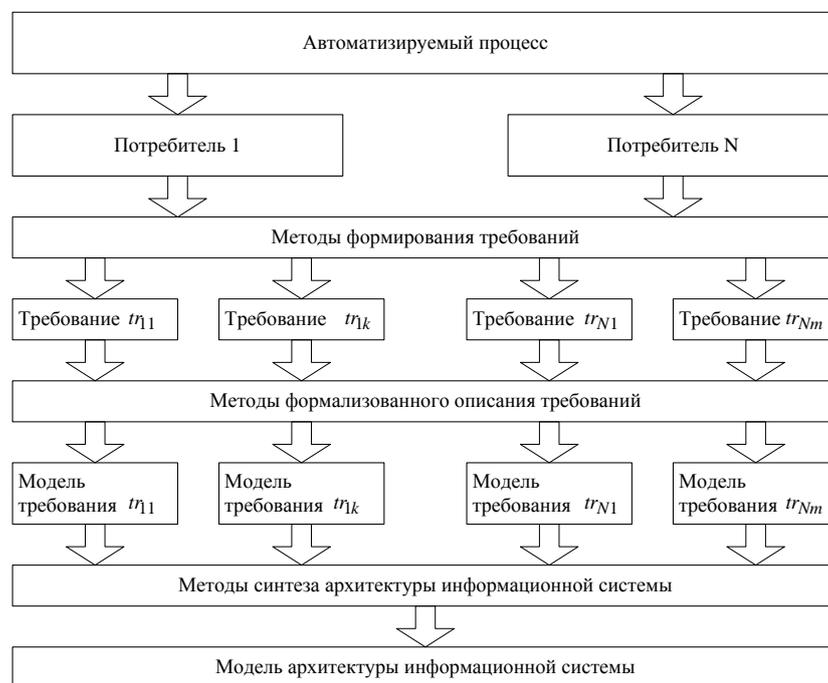


Рис. 1. Схема последовательности преобразований описаний требований к информационной системе при проектировании архитектуры системы [5]

Подход к представлению требований в виде описаний процессов был сформулирован еще в 1993 г. [6]. С учетом предложенного в стандарте ISO/IEC 24774:2007 подхода к описанию процесса минимальная процессная атрибутивная модель требования к ИС должна включать в себя следующие атрибуты:

- а) название (наименование) процесса, к которому выдвигается требование;

б) ожидаемые результаты выполнения процесса, к которому выдвигается требование (выходы требования);

в) виды деятельности, выполняемые в рамках процесса, к которому выдвигается требование.

Основываясь на опыте моделирования процессов [7, 8], в дополнение к указанным атрибутам минимальная процессная атрибутивная модель требования к ИС может также включать следующие атрибуты:

а) цели, достижение которых свидетельствует о выполнении требования;

б) ресурсы, обрабатываемые процессом, к которому выдвигается требование (входы требования);

в) неизменяемые ресурсы, используемые процессом, к которому выдвигается требование (механизмы выполнения требования);

г) перечень Потребителей и Поставщиков, которые выдвигают и принимают к исполнению требование (источники требования).

Данная минимальная процессная атрибутивная модель требования является своеобразным паттерном, определяющим основные особенности более детальных атрибутивных моделей требований к ИС. Для использования этой атрибутивной модели при разработке ИС Поставщик и Потребитель должны детализировать ее применением конкретной методологии работы с требованиями к ИС и управления ими.

Сказанное выше определяет концепцию представления требований к ИС как набор следующих положений [9]:

а) отказ от рассмотрения только множества сформулированных требований к ИС и изначальное представление требований к ИС как элементов универсума, включающего в себя как известные, так и неизвестные Поставщику, Потребителю или им обоим требования к ИС, а также методы формирования этих требований;

б) изначальное многообразие представлений требований к ИС в виде данных, информации и знаний;

в) процессный подход к описанию требований, определяющий минимальную процессную атрибутивную модель требования к ИС;

г) подход к управлению требованиями к ИС, основанный на постепенном преобразовании множества начальных значений атрибутов, описывающих каждое требование к ИС, во множество желаемых значений тех же атрибутов соответствующего требования к ИС.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Изложенная концепция определяет основные особенности формализованного описания групп требований к ИС и отдельных требований, их моделей различного вида, методов и средств формирования, анализа и управления этими требованиями, а также возможных моделей и методов синтеза описания проектируемой архитектуры ИС на различных уровнях представления. Эти описания представляют собой модели, устанавливающие связи между различными представлениями отдельных требований к ИС в пределах соответствующих множеств и групп.

На основе этих моделей становится возможным разработать модели сформулированных требований к ИС и универсума требований к ИС. Физический смысл данных моделей заключается в следующем:

а) модель универсума требований будет являться формализованным описанием фрагмента допустимых для реализации методологий проектирования ИС, в котором рассматриваются возможные модели и методы формирования и анализа требований к ИС;

б) модель сформулированных требований будет являться формализованным описанием набора допустимых для реализации информационных технологий формирования и анализа требований к ИС.

Литература

1. Евланов М. В. Определение понятия “требование к информационной системе” / М. В. Евланов // Вісник Академії митної служби України. Серія: “Технічні науки”. – 2012. – № 2 (48). – С. 71–77.
2. Фаулер М. UML в кратком изложении. Применение стандартного языка объектно-го моделирования / М. Фаулер, К. Скотт. – М. : Мир, 1999. – 191 с.
3. Bellinger G. Data, Information, Knowledge and Wisdom [Электронный ресурс] / Gene Bellinger, Durval Castro, Anthony Mills. – Режим доступа : <http://www.systems-thinking.org/dikw/dikw.htm>.
4. Alan M. Davis Principles of Software Development / Alan M. Davis. New York : McGraw-Hill, 1995. – 240 p.
5. Васильцова Н. В. Разработка метамодели требований к информационной системе / Н. В. Васильцова, М. В. Евланов, И. Ю. Панферова // АСУ и приборы автоматики. – 2004. – Вып. 129. – С. 19–27.
6. Alan M. Davis, Software Requirements: Objects, Functions and States / Alan M. Davis. – Englewood : Prentice Hall, 1993. – 521 p.
7. Репин В. В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В. В. Репин, В. Г. Елиферов. – М. : Стандарты и качество, 2004. – 408 с.
8. Рубцов С. В. Уточнение понятия “бизнес-процесс” / С. В. Рубцов // Менеджмент в России и за рубежом. – 2001. – № 6. – С. 26–33.
9. Евланов М. В. Концепция представления требований к информационной системе / М. В. Евланов // Информационные системы и технологии : материалы междунар. науч.-техн. конф., Морское–Харьков, 22–29 сентября 2012 г. : тезисы докладов / [редкол. : А. Д. Тевяшев (отв. ред.) и др.]. – Харьков : НТМТ, 2012. – 34 с.