

УДК 044.03; 681.518:061

В.М. Левыкин, М.В. Евланов

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

ДЕТАЛИЗАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕННОСТИ ИНФОРМАЦИИ, СОХРАНЯЕМОЙ В ДИНАМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

Рассмотрены особенности представления информационной системы управления предприятием как динамической мультистабильной системы. Проанализированы подходы к определению понятия ценности информации. Получили дальнейшее развитие определения различных видов ценности информации в динамической мультистабильной информационной системе. Предлагаемый в данной статье подход к уточнению понятий ценности информации в динамической мультистабильной ИС позволяет сформулировать и решить задачу разработки моделей операций хранения информации в динамической мультистабильной ИС и задачу синтеза моделей программных реализаций отдельных ФМ, запросов к данным и базы данных ИС с учетом ценности сохраняемой и обрабатываемой информации.

Ключевые слова: динамическая информационная система, информационный ген, метамодель, рецепция информации.

Введение

Основные проблемы проектирования современных информационных систем. Современный подход к разработке информационных систем (ИС) управления предприятиями и организациями связан с представлением их в виде открытых систем, построенных по модульному принципу. Такой подход является следствием реализации двух основных принципов: принципа открытости ИС для информационных потоков из внешней среды и принципа операционной замкнутости ИС. Реализация принципа открытости (в нашем случае – информационной) ИС для потоков из внешней среды препятствует достижению системой термодинамического равновесия. Для подобных систем существует только динамическое равновесие (так называемое стационарное состояние), неустойчивость которого, как правило, влечет за собой переход от одного состояния к другому. Реализация принципа операционной замкнутости приводит к тому, что реакцию в ИС вызывает не только информация, поступающая из внешнего мира или от объекта автоматизации, а и любые помехи, выводящие ИС из стационарного состояния. В этом случае система сама генерирует собственное поведение [1, 2].

Однако такое представление ИС требует изменения моделей и методов моделирования ИС и ее отдельных компонентов. При этом особое внимание следует уделять возможности описания динамических процессов, происходящих в ИС, новыми и улучшенными моделями. Кроме того, весьма острой в настоящее время является проблема выработки единого стандарта языков объектно-ориентированного моделирования предметной области и проектируемых ИС. Отсутствие такого стандарта значительно тормозит развитие перспективных технологий разработки программных систем, среди которых можно особо отметить технологию Model Driven Processes Architecture. Сказанное выше требует разработки нового подхода к формализованному

описанию ИС и ее элементов, который учитывал бы особенности динамических процессов, протекающих в функционирующей ИС.

Анализ теоретических положений моделирования динамической информационной системы. В настоящее время решение проблем описания ИС как динамической системы возможно с использованием динамической теории информации (ДТИ). С точки зрения ДТИ, термин «ИС» следует употреблять по отношению к системе, способной [3]: а) воспринимать (рецептировать) информацию; б) запоминать информацию; в) генерировать новую информацию.

Дополнительно к указанным свойствам, ИС согласно ДТИ должна: а) использовать информацию для достижения цели; б) обрабатывая информацию, извлекать из нее ценную. При этом следует отметить, что под термином «информация» в ДТИ следует понимать термин «макроинформация» – изначально случайный, а затем запомненный выбор одного или нескольких осуществленных вариантов из всей совокупности возможных и равноправных.

Использование положений ДТИ позволяет сформировать формализованное описание ИС и ее элементов в виде совокупности правил разработки моделей и проектных решений. Такое описание будет являться метамоделью ИС – специализированных описаний и формализованных представлений, которые определяют синтаксис и семантику конкретных реализаций ИС и ее компонентов [4]. В качестве такой метамодели предлагается рассматривать информационный ген – последовательность указаний по разработке функциональной структуры и обеспечивающей части ИС [5, 6]. По своей сути информационный ген является упорядоченной и в сильной степени сжатой последовательностью знаний (правил) создания компонент ИС. В [6] были предложены категорно-топологические формализованные описания информационного гена для ИС управления предприятиями и организациями, имеющие вид

$$L_j = [IC_j, I_{IC_j}, \text{Mor}_{\text{rec}_j}, \text{Mor}_{\text{hol}_j}], \quad (1)$$

$$L = [IC, I_{IC}, \text{Mor}_{\text{rec}}, \text{Mor}_{\text{hol}}], \quad (2)$$

где L – категория топологических пространств, определяющая структуру полиэдра $|IC|$; L_j – подкатегория топологических пространств, определяющая структуру элементарного фрагмента полиэдра $|IC|$, описываемого симплексом IC_j ; I_D – подмножество единичных морфизмов, которые описывают операции генерации новой информации проектируемой ИС; Mor_{rec} – подмножество морфизмов, которые описывают операции рецепции информации проектируемой ИС; Mor_{hol} – подмножество морфизмов, которые описывают операции хранения информации проектируемой ИС.

Выделение нерешенной части проблемы и постановка задачи исследования. Предложенные в [6] категорные описания структуры информационного гена рассматривают операции микроуровня как морфизмы, определяющие связи элементов классов объектов этих категорных описаний. Однако для формирования информационного гена проектируемой ИС необходимы формализованные описания этих морфизмов, четко устанавливающие правила и особенности различных отображений объектов категорных моделей. Математические модели, позволяющие описать процессы генерации новой и рецепции уже известной информации в функциональных модулях (ФМ) проектируемой ИС, предложены в работах [7, 8]. В отличие от этих операций, выполнение операций хранения информации приобретает в динамической мультистабильной ИС особое значение. Основной целью каждого элемента динамической мультистабильной ИС следует считать сохранение своей информации [3]. Операции хранения информации являются единственными операциями микроуровня, выполнение которых прямо обеспечивает достижение данных целей. В то же время можно утверждать, что любой морфизм $\phi_{\text{hol}} \in \text{Mor}_{\text{hol}}$, описывающий операцию хранения информации, обратен морфизмам множества Mor_{rec} , которые описывают операции рецепции хранимой в ИС информации.

Сказанное выше позволяет утверждать, что результатом выполнения операций хранения информации, описываемых морфизмами множества Mor_{hol} , является совокупность локальных структур данных, образующих информационное пространство ИС, из которого затем осуществляется рецепция хранимых данных. Такая совокупность локальных структур может принимать различный вид в зависимости от целей отдельных элементов ИС и ИС в целом. При этом следует учесть, что рассматриваемая ИС является динамической системой. В связи с этим возникает задача уточнения описания целей элементов ИС в зависимости от временных характеристик функционирования этих элементов.

Модификация определения ценности хранимой информации

В [3] предлагается следующая классификация целей сохранения информации элементом ИС: сохранение информации лишь на данный момент, не заботясь о будущем (конъюнктивная цель); сохранение своей информации на время эволюции системы (прогностическая цель); сохранение своей информации на бесконечно долгое время (асимптотическая цель). В качестве критериев эффективности достижения данных целей в ДТИ используют понятие «ценность информации», устанавливая соответствие между временем хранения информации и видом ценности этой информации. При этом выделяют конъюнктивную, прогностическую и асимптотическую ценности информации. Конъюнктивно ценной считается информация, сохраняемая элементом ИС на время Δt_1 , меньшее, чем все характерные времена ИС. Прогностически ценной считается информация, сохраняемая элементом ИС на время Δt_2 , порядка или большее, чем все характерные времена ИС. Асимптотически ценной считается информация, сохраняемая элементом ИС на время Δt_3 , значительно большее, чем все характерные времена ИС.

При этом характерным временем ИС называют временной промежуток, в течение которого ИС находится в одной из четырех стадий своего развития [3]: начальное состояние («хаос»), в котором каждый атрибут информационного пространства ИС существует сам по себе; стадия «мозаики», в которой отдельные атрибуты информационного пространства ИС за счет антагонистического взаимодействия или информационного симбиоза образуют на хаотическом информационном пространстве ИС отдельные кластеры; стадия «паркета», в которой образованные на предыдущей стадии кластеры, взаимодействуя друг с другом, занимают все информационное пространство ИС; устойчивая стадия, в которой границы кластеров являются стабильными, а образовавшееся информационное пространство структурно устойчиво и далее не эволюционирует.

Однако данное определение ценности сохраняемой элементом ИС информации является неполным, поскольку рассматривает только процессы формирования информации и выделения из сформированной информации ценной информации, которую нужно сохранять в течение указанного времени. При этом ДТИ практически не рассматривает проблему рецепции хранимой информации и ее повторного использования элементом ИС. В то же время традиционные исследования свойств информации, определяемых временем, практически не рассматривают процесс генерации новой информации и сосредотачивают свое внимание на изучении процессов обработки сгенерированной или рецептированной информации [9]. При этом в дополнение к понятию «ценность информации» введено понятие «старение информации» – уровень ухода материального явления с течением времени от информации, которая отображает данное

материальное явление. В результате этих исследований, в [9] сформулированы два основных подхода к определению понятия «ценность информации» и выявлению взаимосвязи ценности и старения информации: а) старение информации является функцией изменения ценности информации во времени [10]; б) ценность информации и ее старение следует рассматривать как самостоятельные понятия, между которыми может существовать взаимосвязь [11]. При этом ценность информации определяется с учетом цели, для которой она применяется, а также считается изменяющейся во времени при использовании с некоторой целью. Значение же максимума ценности информации можно определить через ущерб, который несет объект автоматизации, если информация вообще не будет обработана и использована.

Анализ этих подходов, проведенный в [9], показал, что использование первого подхода позволяет сформировать наиболее простые описания процессов рецепции информации, сгенерированной или хранимой в информационном пространстве ИС. Однако данный подход противоречит законам информации, рассмотренным в [12]. Использование второго подхода (считающегося в некоторой мере классическим) не устанавливает однозначной зависимости между показателями ценности и старения информации, однако полностью соответствует законам информации. Одно из решений проблемы формализованного описания процессов обработки информации, находящейся в ИС, по критериям ценности и старения в соответствии с положениями второго подхода приведено в [9].

Сказанное выше позволяет представить процесс хранения информации как процесс фиксации значений линейно независимых атрибутов на заранее установленный промежуток времени при условии их последующей рецепции. Такое представление позволяет скорректировать определения ценности информации, сформулированные в ДТИ, следующим образом: конъюнктивно ценной считается информация, рецепция которой элементом ИС осуществляется в любой момент времени из промежутка $(t_{dec}, \Delta t_1]$, где t_{dec} – время принятия решения о генерации новой информации, Δt_1 – время хранения информации, меньшее, чем все характерные времена ИС; прогностически ценной считается информация, рецепция которой элементом ИС осуществляется в любой момент времени из промежутка $(t_{dec}, \Delta t_2]$, где Δt_2 – время хранения информации, порядка или большее, чем все характерные времена ИС; асимптотически ценной считается информация, рецепция которой элементом ИС осуществляется в любой момент времени из промежутка $(t_{dec}, \Delta t_3]$, где Δt_3 – время хранения информации, значительно большее, чем все характерные времена ИС. При этом следует учитывать, что ценность информации, сохраняемой элементом ИС, может одновременно принимать разные значе-

ния с точки зрения других элементов ИС. Так, например, сохраняемая элементом ИС информация может являться асимптотически ценной для данного элемента и одновременно прогностически или конъюнктивно ценной для других элементов ИС.

Предлагаемое изменение определений понятий ценности информации приводит к необходимости выделения рассмотренных выше временных характеристик Δt_1 , Δt_2 и Δt_3 для описания операций по хранению структур атрибутов данных и содержания атрибутов данных. В первом случае эти характеристики используются для установления характерных времен хранения структуры информационного пространства ИС и его элементов. Так, если требуемое время хранения Δt информации, сгенерированной неким атрибутом, локальной структурой атрибутов, или же документом, находится в промежутке $0 < \Delta t \leq \Delta t_1$, то включать данный атрибут, локальную структуру атрибутов или документ в информационное пространство ИС нецелесообразно. В том случае, если требуемое время хранения Δt информации, сгенерированной неким атрибутом, локальной структурой атрибутов, или же документом, находится в промежутке $\Delta t_1 < \Delta t \leq \Delta t_2$ или же $\Delta t_2 < \Delta t \leq \Delta t_3$, то включать данный атрибут, локальную структуру атрибутов или документ в информационное пространство ИС необходимо. При этом в случае, когда $\Delta t_2 < \Delta t \leq \Delta t_3$, данный атрибут, локальная структура атрибутов или документ приобретают особую важность в процессе формирования и развития кластера атрибутов информационного пространства. Такое представление времен Δt_1 , Δt_2 и Δt_3 используется в процессе проектирования, модернизации или развития ИС, в ходе которого меняется информационное пространство ИС.

Во втором случае эти характеристики используются для установления характерных времен сохраняемых значений элементов информационного пространства ИС (атрибутов, локальных структур атрибутов или документов), то есть для установления характерных времен хранения собственно макроинформации. Здесь следует помнить, что каждое сохраняемое значение является для рассматриваемого элемента устойчивым значением, к одному из которых элемент стремится во время генерации или рецепции информации. В таком случае важной становится способность различать значение Δt каждого значения каждого элемента и сравнивать ее с установившимися для данного элемента значениями Δt_1 , Δt_2 и Δt_3 . Если это значение, попав в информационное пространство ИС, хотя бы раз было рецептировано за промежуток времени $0 < \Delta t \leq \Delta t_1$, то данное значение следует считать конъюнктивно ценным. Если это значение, попав в информационное пространство ИС, хотя бы раз было рецептировано за промежуток времени $\Delta t_1 < \Delta t \leq \Delta t_2$, то дан-

ное значение следует считать прогностически ценным. Если это значение, попав в информационное пространство ИС, хотя бы раз было рецептировано за промежуток времени $\Delta t_2 < \Delta t \leq \Delta t_3$, то данное значение следует считать асимптотически ценным.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

Предлагаемый в данной статье подход к уточнению понятий ценности информации в динамической мультистабильной ИС позволяет сформулировать и решить: задачу разработки моделей операций хранения информации в динамической мультистабильной ИС; задачу синтеза моделей программных реализаций отдельных ФМ, запросов к данным и базы данных ИС с учетом ценности сохраняемой и обрабатываемой информации.

Особо необходимо отметить зависимость определения ценности информации от времени ее хранения. Данный подход приводит к необходимости переосмысления принципов и методов проектирования баз данных современных ИС. Такое переосмысление заключается, в частности, в развитии научно-прикладного направления проектирования так называемых динамических баз данных, которые позволяют сохранять и обрабатывать данные в соответствии с их хронологическими характеристиками. В современных ИС подобные операции возможно выполнить только с помощью специализированных аналитических ФМ, эксплуатация которых требует довольно значительных затрат различных ресурсов. Данное направление исследований в настоящее время развивается исключительно концептуально, используя отдельные практические разработки. Поэтому развитие теоретических основ динамических баз данных является весьма перспективным направлением исследований.

ДЕТАЛІЗАЦІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЦІННОСТІ ІНФОРМАЦІЇ, ЩО ЗБЕРІГАЄТЬСЯ В ДИНАМІЧНІЙ ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ

В.М. Левикін, М.В. Євланов

Розглянуті особливості представлення інформаційної системи управління підприємством як динамічної мультистабильної системи. Проаналізовані підходи до визначення поняття цінності інформації. Отримали подальший розвиток визначення різних видів цінності інформації в динамічній мультистабильній інформаційній системі. Пропонований в даній статті підхід до уточнення понять цінності інформації в динамічній мультистабильній ІС дозволяє сформулювати і вирішити задачу розробки моделей операцій зберігання інформації в динамічній мультистабильній ІС і заведення синтезу моделей програмних реалізацій окремих ФМ, запитів до даних і бази даних ІС з урахуванням цінності інформації, що зберігається і оброблюваної.

Ключові слова: динамічна інформаційна система, інформаційний ген, метамодель, рецепція інформації.

WORKING OUT IN DETAIL OF DETERMINATION OF VALUE OF INFORMATION, SAVEABLE IN DYNAMIC INFORMATIVE SYSTEM

V.M. Levykin, M.V. Evlanov

The features of presentation of management information by an enterprise are considered as a dynamic multistable system. Going is analysed near determination of concept of value of information. Got further development of determination of different types of value of information in the dynamic multistable informative system. Offered approach in this article near clarification of concepts of value of information in dynamic multistable IS allows to formulate and decide the task of development of models of operations of storage of information in dynamic multistable IS and task of synthesis of models of programmatic realization of separate FM, queries to to information and databases IS taking into account the value of saveable and processed information.

Keywords: dynamic informative system, informative gene, metamodel, reception of information.

Список литературы

1. Пушкин В.Г., Урсул А.Д. Информатика, кибернетика, интеллект. Философские очерки. – Кишинев: Штиинца, 1989. – 296 с.
2. Концепция самоорганизации в исторической ретроспективе: Сборник статей. – М.: Наука, 1992. – 239 с.
3. Чернавский Д.С. Синергетика и информация (динамическая теория информации). – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 288 с.
4. Фаулер М., Скотт К. UML в кратком изложении. Применение стандартного языка объектного моделирования. – М.: Мир, 1999. – 191 с.
5. Левыкин В.М., Евланов М.В., Складаров А.А. Генный подход к созданию сложных информационных управляющих систем // АСУ и приборы автоматики. – 2001. – Вып. 114. – С. 39-42.
6. Евланов М.В. Подход к формированию формализованных описаний информационного гена // Системы обработки информации. – 2007. – Вып. 1(59). – С. 28-35.
7. Левыкин В.М. Евланов М.В. Модели операций генерации новой информации в динамической мультистабильной информационной системе // Системы управления, навигации та зв'язку. – К.: ЦНДІ навігації і управління, 2007. – Вып. 2. – С. 6-11.
8. Левыкин В.М., Евланов М.В. Модели операций рецепции информации в динамической мультистабильной информационной системе // Системы обработки информации. – 2007. – Вып. 7(65). – С. 36-42.
9. Свиридов В.В., Мороз Б.И. Организация процессов обработки информации по критериям ценности и старения в АСУ. – Х.: Изд-во «Основа» при Харьк. ун-те, 1992. – 112 с.
10. Алтарев В.П. и др. Процессы отказов и восстановления в системах ПД. – М.: Связь, 1977. – 112 с.
11. Ефимов А.Н. Информация: ценность, старение, рассеяние. – М.: Знание, 1978. – 64 с.
12. Темников Ф.Е. Техническая информация // Автоматизированное управление и вычислительная техника. – 1975. – Вып. 11. – С. 14-29.

Поступила в редколлегию 8.02.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.П. Авраменко, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.