

СЕМАНТИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Владимир Викторович ДРОЖДИН
Екатерина Владимировна ГЕРАСИМОВА
Роман Егорович ЗИНЧЕНКО
Максим Викторович КОНДРАШИН

SEMANTIC ORGANIZATION OF SELF-ORGANIZING INFORMATION SYSTEM

Vladimir V. DROZHDIN
Ekaterina V. GERASIMOVA
Roman E. ZINCHENKO
Maxim V. KONDRASHIN

ABSTRACT. *The generalized structure of a concept is described. On this basis the semantic organization of self-organizing information system (SIS) is developed. It includes semantic representation of components and methods of semantic interaction between components and between SIS and the environment (system of users). The organization of a data domain conceptual model and the semantic data organization are given. Macroproperties and structure of concept-object, concept-process, concept-data, concept-user are described. The article also contains a description of SIS improvement mechanism, which is responsible for recovery of coordination of components structural and functional organization and for recovery of a system organization in whole, which can be violated by deviations (exceptions) in structure and by the necessity of changes in functionality due to revision of user tasks.*

KEYWORDS: *general systems theory, synergetics, self-organizing system, information system, information system architecture, data domain model, database, evolutionary data model.*

РЕЗЮМЕ. *Описана обобщенная структура понятия. На основе обобщенной структуры понятия разработана семантическая организация самоорганизующейся информационной системы (СИС), включающая семантическое представление компонентов и способы их семантического взаимодействия между собой, а также взаимодействия СИС с внешней средой (системой пользователей). Приведены организация концептуальной модели предметной области и семантическая организация данных. Описаны структура и макросвойства понятия-объекта, понятия-процесса, понятия-данных, понятия-пользователя. Рассмотрен механизм совершенствования СИС, направленный на восстановление согласованности структурно-функциональной организации компонентов и системы в целом, нарушаемой отклонениями (исключениями) в структуре и необходимостью изменения функциональности вследствие изменения задач, решаемых пользователями.*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *общая теория систем, синергетика, самоорганизующаяся система, информационная система, архитектура информационной системы, модель предметной области, база данных, эволюционная модель данных.*

1. Введение

Как отмечается в [1], основной исследовательской областью для Биокосмологии является развитие интегральных исследований. С этим полностью согласуется основной подход производимых нами исследований, которые лежат на стыке информатики, программирования, синергетики, теории систем и теории самоорганизации. Результатом наших исследования явилась разработка основных теоретических концепций самоорганизующейся информационной системы, способной, в отличие от существующих систем самомодифицироваться (самодостраиваться) и самосовершенствоваться. Кроме того, наличие в СИС внутрисистемной семантики позволяет превысить порог статистической эффективности, присущей нынешним информационным системам. В настоящей статье излагается семантическая организация самоорганизующейся информационной системы.

2. Обобщенная структура понятия

В концептуальном моделировании систем широко используется семантический подход, основанный на использовании понятий.

Понятие есть результат обобщения объектов некоторого типа (вида, класса) и выделения этого множества объектов по определенной совокупности общих и в совокупности отличительных для них признаков. Основными характеристиками понятия являются [2]:

имя – это символ (слово или словосочетание), идентифицирующий понятие среди множества всех понятий;

содержание отражает совокупность признаков, которые все вместе достаточны, а каждый необходим для выделения данного типа объектов;

объем составляет множество обобщаемых в понятии объектов.

Содержание понятия может быть представлено пустым предикатом, что требует явного связывания с понятием объектов, имеющих необходимый набор свойств и их значений. Объем понятия может быть воображаемым (мыслимым, виртуальным), заданным свойствами объектов, соответствующих понятию, а не указываться полным их перечислением.

Конструктивной основой концептуального моделирования систем является общая теория систем Ю.А. Урманцева (ОТС-У), ориентированная на моделирование эволюционных систем [3-5]. В ОТС-У система объектов данного (i -го) рода (R -система i -го рода или R_i) – это закономерное множество объектов-систем одного и того же рода. Причем выражение “одного и того же”, или “данного рода” означает, что каждый объект-система обладает общими, родовыми признаками (одним и тем же качеством), а именно: каждый из них построен из всех или части фиксированных “первичных” элементов $m \in M_i^{(0)}$ в соответствии с частью или со всеми фиксированными отношениями $r \in R_i$, с частью или со всеми фиксированными законами композиции $z \in Z_i$, реализованными в рассматриваемой системе объектов данного рода. Объект-система (OS) – это композиция, или единство, построенное по отношениям (в частном случае – взаимодействиям) $r \in R_i$ и ограничивающим эти отношения

условиям $z \in Z_i$ из “первичных” элементов $m \in M_i^{(0)}$, выделенного по основаниям $a \in A_i^{(0)}$ из универсума U . В соответствии с законом системных преобразований неэволюционная (эволюционная) объект-система в рамках неэволюционной (эволюционной) системы объектов i -го рода, благодаря своему существованию и/или дву-, одно-, нольсторонним связям со средой, будет переходить по фиксированным неэволюционным (эволюционным) законам $z \in Z_i$: а – либо в себя – посредством тождественного преобразования; б – либо в другие объекты-системы посредством одного из 7 и только 7 различных неэволюционных (эволюционных) преобразований, именно изменений: 1) количества, 2) качества, 3) отношений, 4) количества и качества, 5) количества и отношений, 6) качества и отношений, 7) количества, качества, отношений всех или части его “первичных” элементов. Поэтому описание R -системы i -го рода соответствует некоторому понятию, а объект-система R -системы i -го рода есть элемент объема этого понятия.

В этом случае фазовое пространство системы представляется сетью, узлами которой являются множества объектов i -х типов (R -системы i -го рода), а связи отражают включение объектов более низкого уровня в объекты более высокого уровня или выделение из объектов i -го типа некоторого подмножества (подтипа) объектов с определенными свойствами. Концептуальная модель системы есть система взаимосвязанных точек в фазовом пространстве, соответствующих состояниям элементов, подсистем и системы в целом.

Системный изоморфизм и системный полиморфизм, введенные в ОТС-У, позволяют ограничить как конкретную систему, так и множество подобных систем R_i областью целесообразных систем, обладающих выраженными системными (эмерджентными) свойствами и имеющих достаточные уровни корректности, надежности и эффективности функционирования.

Поэтому обобщенную структуру понятия можно представить в виде:

$$P = \{ \rho \mid \rho = \langle n_\rho, \rho_s, \rho_c, \rho_v, \rho_w, \rho_a \rangle \},$$

где P – множество всех понятий, ρ – обозначение понятия, $n_\rho, \rho_s, \rho_c, \rho_v, \rho_w, \rho_a$ – соответственно имя, состав, содержание, объем понятия, внешнее представление и макросвойства.

Имя идентифицирует понятие среди всех других понятий. Состав понятия отражает совокупность понятий более низкого уровня, задающих структуру и свойства объектов, соответствующих данному понятию. Содержание понятия является предикатом, определяющим объекты, относящиеся к данному понятию, и выделяющим эти объекты среди всех других объектов. Объем понятия содержит либо список объектов, либо правила формирования объектов, соответствующих понятию. Внешнее представление задает возможные способы представления объектов из объема понятия во внешнюю среду. Макросвойства представляют значимые эмерджентные свойства объектов понятия и способы их формирования.

Между понятиями определяются отношения в виде:

$$R_\rho = \{ r_\rho \mid r_\rho = \langle n_{r_\rho}, \rho_1, \rho_2, t_{r_\rho} \rangle \},$$

где R_p – совокупность различных отношений между понятиями, r_p – отношение типа t_{rp} между понятиями ρ_1 и ρ_2 , n_{rp} – имя отношения.

Допустимы следующие типы отношений t_{rp} между понятиями: агрегация (часть-целое) – понятие ρ_2 является компонентом (частью) понятия-агрегата ρ_1 ; классификация – понятие ρ_2 является подклассом класса ρ_1 ; обобщение (род-вид) – видовое понятие ρ_2 является категорией родового понятия ρ_1 ; абстрагирование – понятие ρ_2 является конкретизацией понятия-образа ρ_1 .

Приведенные отношения имеют следующий смысл.

Агрегация задает отношение между понятием-агрегатом и другими понятиями, называемыми компонентами [6, 7]. Она позволяет формировать целостные объекты понятия-агрегата как композиции объектов понятий-компонентов.

Классификация задает отношение разбиения (деления) множества объектов класса на подклассы в соответствии с основанием классификации [2].

Обобщение устанавливает отношение между родовым понятием и видовыми понятиями, называемыми категориями [2, 7]. Оно позволяет формировать обобщенный объект родового понятия путем выделения общих частей из объектов видовых понятий.

Абстрагирование устанавливает отношение между понятием-образом и конкретным понятием [2]. Оно позволяет формировать объекты понятия-образа путем огрубления объектов конкретного понятия. Причем огрубление может осуществляться несколькими способами: отбрасыванием компонентов, несущественных в рассматриваемой ситуации, формированием интегральных характеристик объекта, построением усредненного образа для множества подобных объектов и др.

Основываясь на обобщенной структуре понятия, можно разработать семантическую организацию самоорганизующейся информационной системы (СИС), включающую семантическое представление компонентов и способы их семантического взаимодействия между собой, а также взаимодействия СИС с внешней средой (системой пользователей).

3. Организация концептуальной модели предметной области

Формализованная концептуальная модель предметной области (КМПрО) предназначена для представления СИС во внешнюю среду, т.е. системе пользователей. Она формируется и поддерживается непосредственно пользователями СИС и имеет трехслойную структуру:

- базовый слой, отражающий объектно-структурную организацию предметной области (типы объектов, их свойства и состояния, а также отношения между объектами) [8];
- процессный слой, отражающий состав, структуру и взаимодействие процессов, протекающих в предметной области (ПрО) [8];
- пользовательский слой, содержащий информацию о системе объектов, взаимодействующих с СИС (система иерархически связанных пользователей, устройства, автоматически передающие информацию о различных параметрах

в систему и реагирующие на сигналы системы, общесистемные и специализированные устройства ввода, печати и отображения информации, компьютеры, через которые могут взаимодействовать пользователи с СИС, программные системы, которые СИС может использовать для выполнения внешних функций, и др.).

Для представления объектно-структурного слоя КМПРО используются понятия-объекты, определенные в виде:

$$V = \{v \mid v = \langle n_v, v_s, v_c, v_v, v_w, v_a \rangle\},$$

где V – множество всех понятий-объектов КМПРО, v – обозначение типа понятия “Объект”, $n_v, v_s, v_c, v_v, v_w, v_a$ – соответственно имя, состав, содержание, базовые запросы, форматы данных и макросвойства.

Состав понятия-объекта отражает совокупность понятий-объектов более низкого уровня, задающих структуру и свойства объектов ПРО, соответствующих данному понятию. Содержание понятия-объекта является предикатом, определяющим объекты, относящиеся к данному понятию, и выделяющим их среди всех других объектов ПРО. Базовые запросы задают способы получения и изменения информации об объектах понятия в базе данных. Форматы данных задают возможные способы представления объектов из объема понятия во внешнюю среду. Макросвойства понятия-объекта представляют значимые свойства, присущие целостным объектам, например, габариты и веса объектов, характеристики интерфейса объектов для взаимодействия с другими объектами и др.

Между понятиями-объектами определяются отношения в виде:

$$R_v = \{r_v \mid r_v = \langle n_{rv}, v_1, v_2, t_{rv} \rangle\},$$

где R_v – совокупность различных отношений между понятиями-объектами ПРО, r_v – отношение типа t_{rv} между понятиями-объектами v_1 и v_2 , n_{rv} – имя отношения; t_{rv} – тип отношения: часть-целое (агрегация) – каждый объект понятия v_2 является частью некоторого объекта понятия v_1 ; классификация – v_2 является подклассом класса v_1 ; обобщение (род-вид) – видовое понятие v_2 является категорией родового понятия v_1 ; абстрагирование – понятие v_1 является образом понятия v_2 .

Абстрагирование позволяет формировать объекты понятия-образа путем огрубления процессов конкретного понятия следующими способами: отбрасыванием свойств, несущественных в рассматриваемой ситуации, формированием интегральных характеристик объекта, построением усредненного образа для множества подобных объектов и др.

Процессный слой КМПРО формируется из понятий-процессов, имеющих вид:

$$P = \{p \mid p = \langle n_p, p_s, p_c, p_v, p_w, p_a \rangle\},$$

где P – множество всех понятий-процессов КМПРО, p – обозначение типа понятия “Процесс”, $n_p, p_s, p_c, p_v, p_w, p_a$ – соответственно имя, состав, содержание, шаблон процесса, решаемая задача и макросвойства.

Состав понятия-процесса содержит совокупность понятий-объектов и понятий-процессов более низкого уровня (подпроцессов и действий).

Содержание понятия-процесса является предикатом, определяющим соотношения свойств подпроцессов в процессах данного понятия и выделяющим процессы данного понятия среди всех других процессов ПрО. Шаблон процесса определяет структуру (последовательность подпроцессов и действий) и начальное состояние процесса, условия протекания (исполнения) его компонентов (подпроцессов и действий), их исполнителей и результаты. Решаемая задача отражает основную функцию, реализуемую процессами понятия-процесса, необходимые условия для решения задачи (возникновения и протекания процесса) и ожидаемый результат решения задачи. Макросвойства понятия-процесса представляют значимые свойства, присущие целостным процессам, например, суммарные продолжительность и объемы ресурсов.

Отношения между понятиями-процессами задаются в виде:

$$R_p = \{r_p \mid r_p = \langle n_{rp}, p_1, p_2, t_{rp} \rangle\},$$

где R_p – совокупность различных отношений между всеми понятиями-процессами ПрО; r_p – отношение типа t_{rp} между понятиями-процессами p_1 и p_2 ; n_{rp} – имя отношения; t_{rp} – тип отношения: агрегация (часть-целое) – понятие p_2 является компонентом (подпроцессом или действием) понятия-агрегата p_1 ; классификация – понятие p_2 является подклассом понятия-класса p_1 ; обобщение (род-вид) – видовое понятие p_2 является категорией родового понятия p_1 ; абстрагирование – понятие p_2 является конкретизацией понятия-образа p_1 .

Абстрагирование позволяет формировать процессы понятия-образа путем огрубления процессов конкретного понятия различными способами: отбрасыванием несущественных действий конкретного понятия-процесса, отбрасыванием действий конкретного понятия-процесса, существенных для конкретных процессов, но несущественных в ситуации понятия-образа, созданием обобщенного понятия-процесса с интегральными характеристиками процессов, формируемыми на основе свойств конкретного понятия-процесса, созданием обобщенного понятия-процесса, процессы которого будут иметь усредненные характеристики групп процессов конкретного понятия-процесса и др. Отношение абстрагирования позволяет выделять из конкретного процесса основной, вспомогательный, обеспечивающий и другие виды подпроцессов [9].

Пользовательский слой КМПРО формируется из понятий-пользователей, имеющих вид:

$$U = \{u \mid u = \langle n_p, u_s, u_c, u_v, u_w, u_a \rangle\},$$

где U – множество всех понятий-пользователей КМПРО, u – обозначение типа понятия “Пользователь”, $n_p, u_s, u_c, u_v, u_w, u_a$ – соответственно имя, состав, содержание, модель предметной области, функциональная модель и макросвойства.

Состав понятия-пользователя содержит указатель на объект понятия-объекта, представляющего пользователя в системе. Содержание понятия-пользователя определяет тип и характеристики пользователя, а также правила взаимодействия пользователя с СИС (особенности взаимодействия пользователя, последовательность решаемых задач и др., позволяющие идентифицировать пользователя по естественным параметрам взаимодействия

с системой). Модель предметной области понятия-пользователя содержит совокупность понятий-объектов и понятий-процессов, доступных непосредственно данному пользователю с соответствующими правами доступа. Функциональная модель понятия-пользователя отражает функциональные обязанности пользователя. Макросвойства понятия-пользователя содержит основные задачи, решаемые пользователем с помощью системы.

Для формирования структурированной внешней среды объем каждого понятия-пользователя может содержать только один объект.

Отношения между понятиями-пользователями задаются в виде:

$$R_u = \{r_u \mid r_u = \langle n_{ru}, u_1, u_2, t_{ru} \rangle\},$$

где R_u – совокупность различных отношений между всеми понятиями-пользователями ПрО; r_u – отношение типа t_{ru} между понятиями-пользователями u_1 и u_2 ; n_{ru} – имя отношения; t_{ru} – тип отношения: агрегация (часть-целое) – понятие u_2 является подчиненным понятию-агрегату u_1 ; классификация – понятие u_2 является подклассом понятия-класса u_1 (в качестве понятия-класса может выступать либо родовое понятие, либо ранее созданное понятие-класс); обобщение (род-вид) – видовое понятие u_2 является категорией (определенным видом пользователей СИС) родового понятия u_1 ; абстрагирование – понятие u_2 является конкретизацией понятия-образа u_1 .

Абстрагирование позволяет формировать представления пользователей понятия-образа путем огрубления информации о пользователях конкретного понятия-пользователя различными способами. Отношение абстрагирования позволяет формировать образы различных категорий пользователей.

Понятия-пользователи выступают в качестве инициаторов и потребителей результатов понятий-процессов и обработки понятий-объектов.

4. Взаимодействие СИС с системой пользователей

При взаимодействии с СИС на основе КМПРО пользователи формулируют запросы в форме понятий вида:

$$Q = \{q \mid q = \langle n_q, q_s, q_c, q_v, q_w, q_a \rangle\},$$

где Q – множество всех понятий-запросов, формулируемых пользователями, q – обозначение типа понятия “Запрос”, $n_q, q_s, q_c, q_v, q_w, q_a$ – соответственно имя, состав, содержание, запрос, требования к ответу и макросвойства.

Состав понятия-запроса содержит совокупность понятий-объектов, понятий-процессов и результатов ранее выполненных запросов, участвующих в данном запросе. Содержание понятия-запроса определяет тип и язык запроса. Запрос – это текст запроса на формирование КМПРО или обработку данных об объектах одного или нескольких понятий. Требования к ответу определяют форму представления ответа и требование на временное сохранение результата запроса. Макросвойства понятия-запроса представляют значимые свойства, присущие целостному запросу, например, требуемую продолжительность исполнения и необходимые объемы ресурсов.

Пользователь не обязательно должен задавать все компоненты запроса, так

как они преимущественно могут формироваться интерфейсом СИС.

Между понятиями-запросами устанавливается единственное отношение – естественный порядок их задания пользователями СИС.

На заданный запрос пользователь получает ответ в форме понятий вида:

$$A = \{a \mid a = \langle n_a, a_s, a_c, a_v, a_w, a_a \rangle\},$$

где A – множество всех понятий-ответов, формируемых СИС на запросы пользователей, a – обозначение типа понятия “Ответ”, $n_a, a_s, a_c, a_v, a_w, a_a$ – соответственно имя, состав, содержание, ответ, форма ответа и макросвойства.

Состав понятия-ответа содержит имя запроса, которому соответствует ответ. Содержание понятия-ответа определяет тип и язык ответа. Ответ – это текст ответа на заданный запрос. Форма ответа определяет форму представления ответа. Макросвойства понятия-ответа представляют значимые свойства, присущие целостному ответу, например, реальную продолжительность формирования и использованные объемы ресурсов.

Пользователь не обязательно может видеть все компоненты ответа, так как реальная форма представления ответа будет формироваться интерфейсом СИС.

Между понятиями-ответами устанавливается единственное отношение – естественный порядок их следования запросам пользователей СИС.

5. Семантическая организация данных

Данные в СИС организуются в виде взаимодействующих компонентов, имеющих двухслойную структуру:

- слой данных, задающий структуру и отношения между данными;
- слой методов, определяющий операции обработки структуры данных.

Для представления структур данных используются понятия-данные, определенные в виде:

$$D = \{d \mid d = \langle n_d, d_s, d_c, d_v, d_w, d_a \rangle\},$$

где D – множество всех понятий-данных, d – обозначение типа понятия “Данные”, $n_d, d_s, d_c, d_v, d_w, d_a$ – соответственно имя, состав, содержание, данные, форматы данных и макросвойства.

Состав понятия-данных отражает совокупность понятий-данных более низкого уровня, задающих структуру и свойства экземпляров данных, соответствующих данному понятию. Содержание понятия-данных является предикатом, определяющим значения данных и отношения между ними, относящиеся к данному понятию, и выделяющим их среди всех других данных, хранимых и обрабатываемых в системе. Данные представляют собой набор экземпляров данных, составляющих объем понятия-данных. Форматы данных задают возможные способы представления данных из объема понятия компонентам более высокого уровня. Макросвойства понятия-данных представляют значимые свойства, присущие целостным экземплярам данных, например, наличие, отсутствие или нестандартные значения некоторых элементов данных и др.

Между понятиями-данными определяются отношения в виде:

$$R_d = \{r_d \mid r_d = \langle n_{rd}, d_1, d_2, t_{rd} \rangle\},$$

где R_d – совокупность различных отношений между понятиями-данными, r_d – отношение типа t_{rd} между понятиями-данными d_1 и d_2 , n_{rd} – имя отношения; t_{rd} – тип отношения: часть-целое (агрегация) – каждый объект понятия d_2 является частью некоторого объекта понятия d_1 ; классификация – d_2 является подклассом класса d_1 ; обобщение (род-вид) – видовое понятие d_2 является категорией родового понятия d_1 ; абстрагирование – понятие d_1 является образом понятия d_2 .

Абстрагирование позволяет формировать объекты понятия-образа путем огрубления процессов конкретного понятия следующими способами: отбрасыванием свойств, несущественных в рассматриваемой ситуации, формированием интегральных характеристик объекта, построением усредненного образа для множества подобных объектов и др.

Слой методов обработки данных формируется из понятий-операций, имеющих вид:

$$O = \{o \mid o = \langle n_o, o_s, o_c, o_v, o_w, o_a \rangle\},$$

где O – множество всех понятий-операций, o – обозначение типа понятия “Операция”, $n_o, o_s, o_c, o_v, o_w, o_a$ – соответственно имя, состав, содержание, шаблон операции, реализуемый метод и макросвойства.

Состав понятия-операции содержит совокупность понятий-данных и понятий-операций более низкого уровня. Содержание понятия-операции является предикатом, определяющим соотношения свойств операций более низкого уровня, участвующих в процессах реализации данного понятия, и выделяющим процессы данного понятия среди всех других процессов обработки данных. Шаблон операции определяет структуру (последовательность операций более низкого уровня) и начальное состояние операции, условия протекания (исполнения) его компонентов (операций более низкого уровня) и результаты. Реализуемый метод отражает основную функцию обработки данных, реализуемую процессами понятия-операции, необходимые условия для реализации метода (возникновения и протекания процесса) и ожидаемый результат обработки данных. Макросвойства понятия-операции представляют значимые свойства, присущие целостным процессам реализации операции, например, суммарные продолжительность и объемы ресурсов.

Отношения между понятиями-операциями задаются в виде:

$$R_o = \{r_o \mid r_o = \langle n_{ro}, o_1, o_2, t_{ro} \rangle\},$$

где R_o – совокупность различных отношений между понятиями-операциями; r_o – отношение типа t_{ro} между понятиями-операциями o_1 и o_2 ; n_{ro} – имя отношения; t_{ro} – тип отношения: агрегация (часть-целое) – понятие o_2 является компонентом (операций более низкого уровня) понятия-агрегата o_1 ; классификация – понятие o_2 является подклассом понятия-класса o_1 ; обобщение (род-вид) – видовое понятие o_2 является категорией родового понятия o_1 ; абстрагирование – понятие o_2 является конкретизацией понятия-образа o_1 .

Абстрагирование позволяет формировать процессы понятия-образа путем огрубления процессов конкретного понятия различными способами:

отбрасыванием несущественных действий конкретного понятия-операции, отбрасыванием операций более низкого уровня конкретного понятия-операции, существенных для конкретных операций, но несущественных в ситуации понятия-образа, созданием обобщенного понятия-операции с интегральными характеристиками процессов обработки данных, формируемыми на основе свойств конкретного понятия-операции, созданием обобщенного понятия-операции, процессы которого будут иметь усредненные характеристики групп процессов обработки данных конкретного понятия-операции и др.

Учитывая, что организация данных в СИС осуществляется в рамках эволюционной модели данных [10], а данные в компонентах представляются конструктивными структурами данных [11], то понятийное представление данных отражает только логическую организацию и обработку данных.

Взаимодействие КМПРО с организацией данных осуществляется посредством понятий-запросов и понятий-ответов, подобных взаимодействию пользователей с СИС. Разница заключается в языке запросов и объектах, к которым осуществляется обращение.

6. Совершенствование СИС

СИС является не только логической (формализованной) но и конструктивной системой, формируемой в виде системы взаимодействующих активных компонентов с согласованной структурно-функциональной организацией:

$$K = \{k \mid k = \langle n_k, c_k, f_k, h_k, g_k, m_k \rangle\},$$

где K – множество всех понятий-компонентов СИС, k – обозначение типа понятия “Компонент”, c_k – понятие-структура, отражающее структуру компонента, f_k – множество понятий-функций, отражающих функциональность компонента, h_k – шаблон (архитектура) компонента, определяющий соответствие его структуры и функциональности, g_k – интерфейс компонента, представляющий его вышестоящим компонентам, m_k – эмерджентные свойства компонента как функциональной системы.

Согласованность структурно-функциональной организации означает, что структура допускает реализацию необходимой функциональности компонента, а функциональность компонента реализуется на данной структуре с необходимой корректностью, надежностью и эффективностью.

Между понятиями-компонентами определено единственное отношение – подчинение, которое может быть двух видов:

- непосредственное подчинение – в этом случае подчиненный компонент жестко встраивается в некоторый вышестоящий компонент и теряет свою самостоятельность (полностью управляется вышестоящим компонентом);
- взаимодействие – в этом случае подчиненный компонент сохраняет свою автономность и может взаимодействовать с несколькими вышестоящими компонентами путем обмена запросами и ответами, что позволяет реализовать определенную функциональность нескольких вышестоящих компонентов.

Для представления структуры компонента используются понятие-

структура вида:

$$C_k = \langle n_c, c_s, c_c, c_v, c_w, c_a \rangle,$$

где $n_c, c_s, c_c, c_v, c_w, c_a$ – соответственно имя, состав, содержание, структура компонента, укрупненная структура и макросвойства.

Состав понятия-структуры отражает совокупность понятий-структур компонентов более низкого уровня. Содержание понятия-структуры является предикатом, определяющим свойства и способы взаимодействия структур компонентов более низкого уровня, из которых строится структура данного компонента, а также ограничения на формирование структуры компонента. Структура компонента задает схему взаимосвязей (отношений) между структурами компонентов более низкого уровня, позволяющую формировать целостную структуру данного компонента. Укрупненная структура задает базовую (типовую) структуру компонента. Макросвойства отражают характеристики структуры компонента на текущей стадии ее формирования.

Между понятиями-структурами определено единственное отношение – включение, соответствующее непосредственному подчинению между вышестоящим и подчиненными компонентами.

Для представления функциональности компонента используются понятия-функции, имеющие вид:

$$f_k = \{f | f = \langle n_f, f_s, f_c, f_v, f_w, f_a \rangle\},$$

где f_k – множество всех понятий-функций, составляющих функциональную организацию компонента, f – обозначение типа понятия “Функция”, $n_f, f_s, f_c, f_v, f_w, f_a$ – соответственно имя, состав, содержание, шаблон функции, решаемая задача и макросвойства.

Состав понятия-функции содержит совокупность понятий-функций более низкого уровня (подфункций и операций). Содержание понятия-функции является предикатом, определяющим соотношения свойств подфункций в функциях данного понятия. Шаблон функции определяет метод или алгоритм, задающий порядок выполнения подфункций и операций, условия их исполнения и ожидаемые результаты. Решаемая задача отражает целостную функцию, реализуемую процессами понятия-функции, необходимые условия для решения задачи (возникновения, инициализации и реализации функции) и ожидаемый результат решения задачи. Макросвойства понятия-функции представляют значимые свойства, присущие целостным функциям, например, временную и емкостную сложности реализации функции.

Между понятиями-функциями определено единственное отношение подчинения, указывающее, что вышестоящая функция в процессе своего исполнения для реализации некоторой подфункции вызывает подчиненную функцию.

В [12] в соответствии с Аристотелем отмечается, что живые существа не подчиняются никаким законам. Их деятельность обусловлена их собственными автономными внутренними причинами. Как известно, все живые существа являются самоорганизующимися системами. Поэтому можно обобщить данное утверждение на деятельность любых самоорганизующихся систем, указав, что

их функционирование обусловлено собственными внутренними причинами.

Определим движущие силы для совершенствования СИС.

Компоненты реализуют все уровни организации СИС, но в них допускается определенное рассогласование структурно-функциональной организации, возникающей как вследствие изменения внутренней организации компонентов, так и изменения задач, решаемых системой пользователей. Именно рассогласование структурно-функциональной организации компонентов и является причиной (движущей силой) необходимости совершенствования СИС как на уровне отдельных компонентов, так и структурно-функциональной организации СИС.

Совершенствование СИС заключается в изменении конструкции (структуры) компонентов и их функциональности, выполняемой путем добавления в систему новых понятий и изменения и удаления существующих понятий.

Изменение функциональности компонента осуществляется путем выявления новых закономерностей, учитывающих отклонения от ранее используемых в компоненте, и модификации используемого понятия-функции или разработке нового понятия-функции и замены им используемого понятия-функции.

Изменение структуры компонента осуществляется путем изменения понятия-структуры и всех понятий-функций, связанных с изменением структуры компонента.

7. Заключение

Как отмечается в [13], универсальной целенаправленной силой, соответствующей телеологическому подходу Аристотеля, является мера отклонения организации системы от её полного равновесия. В этой связи, необходимо подчеркнуть, что СИС способна достаточно сильно отклоняться от равновесного функционирования, обладая открытостью на всех уровнях ее организации, обеспечивающей эволюцию СИС в широких пределах в процессе существования.

В части практической реализации наших концепций, мы считаем необходимым подчеркнуть следующее. В [14] указано, что основным направлением развития современной экономической и управленческой мысли являются информационные технологии управления, причем не только на уровне предприятия, но и на макроуровне. С нашей точки зрения, СИС целесообразно использовать для создания и поддержки единого активного информационного пространства предприятия. В целом СИС позволяет решить данную задачу на более высоком уровне, как в рамках информатизации одного предприятия [15], так и в масштабах регионов и макрорегионов, вследствие способности создаваться и модифицироваться пользователями в широких пределах и обеспечения очень высокой эффективности обработки данных на основе семантической организации системы.

Литература

1. Хруцкий К.С. Редакционная статья // // *Biocosmology – neo-Aristotelism*, Vol.2, No.3 (Summer 2012), pp. 146–147. URL: <http://www.biocosmology.ru/>
Khroutski. K.S. Editorial // *Biocosmology – neo-Aristotelism*, Vol.2, No.3 (Summer 2012), pp. 146–147. URL: <http://www.en.biocosmology.ru/>
2. Войшвилло Е.К., Дегтярев М.Г. Логика. – М.: ВЛАДОС, 2001. – 528 с.
Voishvillo E.K., Degtyarev M.G. *Logika (Logics)*. – Moscow, Vlados, 2001. – 528p. (in Russian).
3. Система, симметрия, гармония. / Под ред. В.С. Тюхтина и Ю.А. Урманцева. – М.: Мысль, 1988. – 315 с.
Sistema, simmetriya, garmonia (System, symmetry, harmony). / Tyukhtin V.S., Urmantsev Yu.A. – Moscow, Mysl, 1988. – 315 p. (in Russian).
4. Урманцев Ю.А. Эволюционика. – Пушкино, 1988. – 79 с.
Urmantsev Yu.A. *Evolutionika (Evolutionics)*. – Pushchino, 1988. – 79 p. (in Russian).
5. Урманцев Ю.А. Эволюционика, или общая теория развития систем природы, общества и мышления. – М.: Либроком, 2009. – 240 с.
Urmantsev Yu.A. *Evolutionika, ili obshchaya teoriya razvitiya system prirody, obshchestva i myshleniya. (Evolutionics, or general theory of nature, society and mind systems development)*. – Moscow, Librokom, 2009. – 240 p. (in Russian).
6. Codd E.F. A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks // *Communications of the ACM*. – 1970. – June. – Vol. 13. – № 6.
7. Смит Дж., Смит Д. Принципы концептуального проектирования баз данных // Требования и спецификации в разработке программ. – М.: Мир, 1984. – 344 с.
Smith J, Smith D. *Principy konceptualnogo proektirovaniya baz dannykh // Trebovaniya i specificacii v razrabotke programm (Principles of database conceptual designing // Requirements and specifications in program designing)*. – Moscow, Mir, 1984. – 344 p. (in Russian).
8. Герасимова Е.В., Дрождин В.В. Формализация концептуальной модели предметной области // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей X Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2010. – С. 34-38.
Gerasimova E.V., Drozhdin V.V. *Formalizacija konceptual'noj modeli predmetnoj oblasti // Problemy informatiki v obrazovanii, upravlenii, jekonomike i tehnikе: Sb. statej X Mezhdunar. nauchno-tehn. konf.* – Penza: PDZ. (Formalization of data domain conceptual model // Problems of Informatics in Education, Management, Economy and Technics: works of X International Scientific and Technical Conference. – Penza, Volga Knowledge House. – 2010. – pp. 34–38). (in Russian).
9. Калянов Г.Н. Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов: учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2007. –

240 с.

Kaljanov G.N. Modelirovanie, analiz, reorganizacija i avtomatizacija biznes-processov: ucheb. posobie. (Modeling, analysis, reorganization and automation of business-processes) – М.: Finansy i statistika, 2007. – 240 p. (in Russian).

10. Дрождин В.В. Системный подход к построению модели данных эволюционных баз данных // Программные продукты и системы. – 2007. – №3. – С. 52–55.
 Drozhdin V.V. Sistemnyj podhod k postroeniju modeli dannyh jevoljucionnyh baz dannyh // Programmnye produkty i sistemy (System approach to building of data model for evolutionary databases). – 2007. – №3. – pp. 52–55. (in Russian).
11. Володин А.М. Конструктивные структуры данных // Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. Физико-математические и технические науки. – Пенза: ПГПУ, 2010. – № 18 (28). – С. 118–122.
 Volodin A.M. Konstruktivnye struktury dannyh // Izvestija PGPU im. V.G. Belinskogo. Fiziko-matematicheskie i tehniczeskie nauki (Constructive data structures // Izvestija PGPU named after V.G. Belinsky. Physicomathematical and technical sciences). – Penza: PGPU, 2010. – № 18 (28). – pp. 118-122. (in Russian).
12. Пригожин И. Стенгерс И. Время, хаос, квант. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 240 с.
 Prigozhin I. Stengers I. Vremja, haos, kvant (Time, chaos, quantum). – М.: Jeditorial URSS, 2001. – 240 p. (in Russian).
13. Харитонов А.С. Целое, организация и часть – в модели числа // Biocosmology – neo-Aristotelism, Vol.2, No.3 (Summer 2012), pp. 182–200. URL: <http://www.biocosmology.ru/>
 Kharitonov A.S. Whole, organization and part – in number model. // Biocosmology – neo-Aristotelism, Vol.2, No.3 (Summer 2012), pp. 182–200. URL: <http://www.en.biocosmology.ru/> (in Russian).
14. Орлов А.И. Аристотель и неформальная информационная экономика будущего // Biocosmology – neo-Aristotelism, Vol.2, No.3 (Summer 2012), pp. 150–164. URL: <http://www.biocosmology.ru/>
 Orlov A.I. Aristotle and nonformal information economy of the future. // Biocosmology – neo-Aristotelism, Vol.2, No.3 (Summer 2012), pp. 150–164. URL: <http://www.en.biocosmology.ru/> (in Russian).
15. Дрождин В.В., Зинченко Р.Е. Информатизация предприятия на основе самоорганизующейся информационной системы // Материалы II Международной заочной научно-практической конференции «Иновации в управлении и образовании: технико-технологические и методические аспекты» в 2-х томах. – Тула, 2009, том 2, с. 91–93.
 Drozhdin V.V., Zinchenko R.E. Informatizacija predprijatija na osnove samoorganizujuwejsja informacionnoj sistemy // Materialy II Mezhdunarodnoj zaochnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Innovacii v

upravljeni i obrazovanii: tehniko-tehnologicheskie i metodicheskie aspekty» v 2-h tomah (Informatization of an Enterprise on the Basis of Self-organizing Information System // Works of II International Scientific and Practical Conference “Innovations in management and education: technical, technological and methodical aspects” in two volumes). – Tula, 2009, vol. 2, pp. 91–93. (in Russian).

