

Применение принципа синтаксической трансляции при проектировании концептуальной модели информационно-аналитической системы (ИАС) для организационно-функционального управления машиностроительного предприятия

А. В. Артюхов
"Объединенная двигателестроительная
корпорация"
Москва, Россия
e-mail: info@uecrus.com

А. В. Речкалов
АО "Объединенная двигателестроительная
корпорация"
Москва, Россия
e-mail: a.rechkalov@uecrus.com

Г. Г. Куликов
Уфимский государственный авиационный
технический университет
Уфа, Россия
e-mail: gennadyg_98@Yahoo.com

Рассматривается проблема применения принципа семантической трансляции и формализации проектирования концептуальной модели ИАС основанной на структурировании типовых знаний машиностроительного предприятия, предназначенной для интеллектуальной информационной поддержки принятия управленческих решений на различных уровнях иерархии. Рассматривается пример применения ИАС в контурах организационно-функционального управления производством.

Ключевые слова: семантическая модель; система знаний; концептуальная модель; математическая категория множеств; порождающая грамматика, производственная система; корпоративная информационная система (КИС).

Труды Шестой всероссийской научной конференции "Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений", 28-31 мая, Уфа-Ставрополь, Россия, 2018

Известно, что базисом построения ИАС или экспертных систем (ЭС), входящих в класс искусственных интеллектуальных систем (ИИС) является модельная гипотеза, определяющая форму представления знаний об исследуемой предметной области (Пр.О), [1].

Основными инструментальными средствами извлечения, представления и интерпретации знаний являются формализованные, как правило, графоаналитические предметно-ориентированные метаязыки с соответствующими грамматиками. Проблема выбора и применения предметно-ориентированной последовательности метаязыков для преодоления семантического разрыва между содержательным представлением (опытом и знаниями) об исследуемой предметной области и представлениями в виде формальных спецификаций сегодня становится актуальной, (рис.1), [2 - 4].1.



Рис.1. Теоретическая база методологий анализа предметной области

Для сокращения семантического разрыва (или последовательного согласования) необходимо повышение уровня абстракции модели, что напрямую связано с проблемой формализации синтаксиса и семантики. Одним из современных подходов для решения данной проблемы это применение методов теории категорий, [2, 4, 5]. Использование логики понятия морфизмов между объектами в качестве базового примитива позволяет единообразно трактовать логические и функциональные отношения между реальными и информационными объектами в синтаксическом и семантическом аспектах, в пределах понятий категорий, топосов и т.д. Применение же принципа Хомского синтаксически-ориентированной трансляции открывает путь к созданию формальной теории и методов проектирования ИАС, [3].

Рассматривается подход к построению логически - непротиворечивой ИАС для организационно – функционального управления в исследуемой ПО.

Концептуальная (понятийная) модель Пр.О (КМПр.О) представляется в виде:

$$\text{КМПр.О} = \langle X, C, R, G \rangle \quad (1),$$

$$\text{СПр.О}(t) = \langle X(t), C(t), R(t) \rangle \quad (2),$$

$$Z = (S_n \rightarrow G \rightarrow S_c) \text{ или } Z = \langle S, G, F \rangle \quad (3),$$

$$\text{КМЯПр.О} = \langle \text{КМПр.О}, \text{Асп.Пр.О}, \text{РМСГО}, \text{ЯПр.О} \rangle \quad (4)$$

где: $X = \{x_i\}$, $i=1, n$, множество имён объектов, предметов, сущностей и др.; $C = \{c_k\}$, $k=1, m$, множество имён существенных свойств (признаков) объектов множества X ; $R = \{r_l\}$, $l=1, n$, множество имён отношений, в которые могут вступать объекты моделируемой Пр.О (множество одноместных, двухместных и т.д. предикатов); $G = \{g_j\}$, $j=1, n$, множество имён действий, которые допустимы над множеством объектов X моделируемой Пр.О; Пр.О Модель состояния; $\text{СПр.О}(t) = \{s_{\text{Пр.О}}(t)\}$, $r=1, \dots$, множество имён структурных и параметрических состояний объектов Пр.О., t -временной параметр; Z Модель задачи; S_n, S_c множество имён начальных и целевых состояний Пр.О; F - множество имён целевых состояний Пр.О; G - множество имён функциональных операторов, переводящих Пр.О из состояний S в состояние F ; КМЯПр.О концептуальную метамодель предметно-ориентированного языка исследуемой ПО; КМПр.О концептуальная (понятийная) модель Пр.О; ЯПр.О = {Ея.Пр.О., ЯТК(ЯТМ, ЯД), ЯС, ЯИДЕФ, ЯUML} множество локальных (элементарных) языков; Асп.Пр.О множество аспектов моделирования Пр.О.; РМСГО = {сго l, k }, $l, k=1, m$,

Применение принципа синтаксической трансляции при проектировании концептуальной модели информационно-аналитической системы (ИАС) для организационно-функционального управления машиностроительного предприятия

множество семантико-грамматических отношений, в которые могут вступать локальные языки (множество одноместных и двухместных предикатов). Если выделить и классифицировать (идентифицировать) с помощью теоретико-множественного аппарата модели исследуемой предметной области в виде формул 1 - 4, а в комплексных информационных системах (КИС) определить соответствующие этим исходным (предметным) множествам элементов (элементарных объектов) и их отношениям контекстные (аспектные) элементы. При этих условиях можно получить контекстные теоретико-множественные модели, составляющие семантико-логическую базу знаний ИАС (ЭС). Пр.О. включает конструкторско-технологическую, производственную и др. области деятельности, представляемыми ИС: CAD = {edi / i=1, N}; CAM = {emi / i=1, M};, ERP = {epi / i=1, K}. Грамматики соответствующих входных языков, будут определены как множество правил для отображения отношений (начиная с одноместных и далее), а множество операций с параметрами элементарных объектов и их отношений функциональным оператором FO, формальная семантико-логическая модель будет определена, как:

$$MCAD = \langle CAD, GILCAD, FOCAD \rangle \quad (5)$$

$$MCAM = \langle CAM, GILCAM, FOCAM \rangle \quad (6)$$

.....

$$MERP = \langle ERP, GILERP, FOERP \rangle$$

$$MKIS = \langle KIS, GCASE, MFOKIS \rangle \quad (N).$$

Если далее раскрыть системные свойства данных моделей как новых элементарных объектов: MCAD = {emcadi / i=1, N1}; MCAM = {emerpi / i=1, M1}; ..., MERP = {emesami / i=1, K1}, ...и как множество элементарных объектов КИС, т.е. КИС = {MCAD, MCAM, ... MERP ...}, а грамматику входных языков верхнего уровня G CASE, как множество возможных правил определяющих множество отношений, а множество операций с параметрами объектов и отношений определить, как модель функционального оператора КИС, МФОКИС, то получим модель второго уровня МКИС. Отметим, что элементарными подобъектами моделей МКИС являются: МКИС = {mkuci / i=1, L}, а свойства и характеристики самого объекта МКИС интерпретируются по правилам грамматики естественного языка (ЕЯ), а множество операций с параметрами модели МКИС и отношений GEЯ моделью функционального оператора управления МФОУ, т. е.

$$MKIS = \langle MKIS, GEЯ, MOOУ \rangle \quad (N+1).$$

Для формального системного описания изучаемых процессов производственной деятельности в форме математических структур, обобщим предметно-ориентированные понятия и правила логических закономерностей, как модели актуальной действительности.

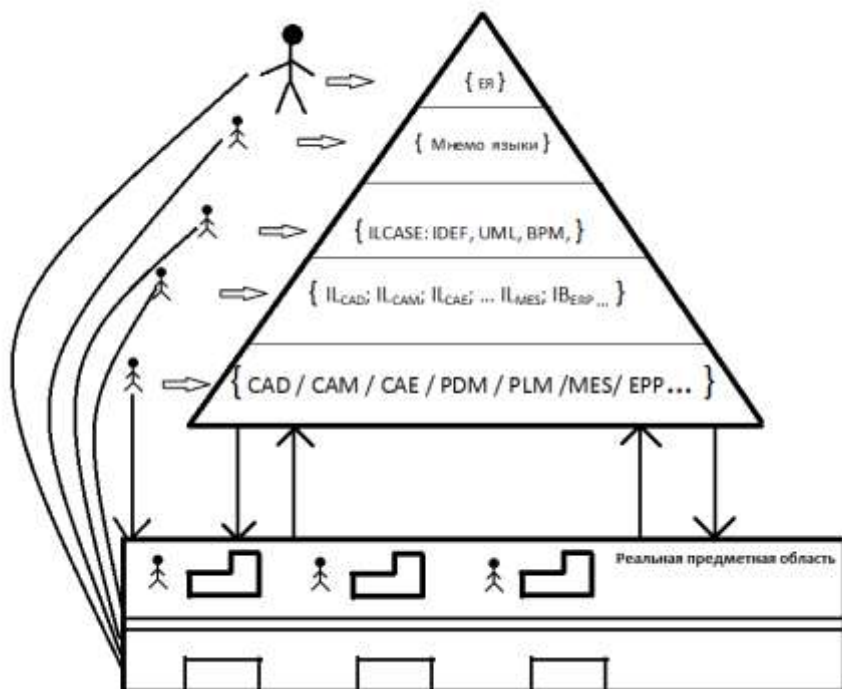


Рис. 2. Схема системного моделирования и интерпретации
Анализ и моделирование производственной систем

Отметим, что в основе построения структурно-параметрических моделей производственных процессов лежит нормативно-справочная информация и, по сути, она составляет основу формирования организационно-функциональной модели производственного процесса, [5 - 9].

ПРИМЕР: Рассмотрим пример формирования непротиворечивого с точки зрения информационного взаимодействия контура организационно-функционального управления производственной системой с применением ИАС, структура которой определена выше. Выделим в качестве объектов: ИАС; Службу Генерального директора (СГД); Службу главных специалистов (СГС); Производственную систему (ПС). Определим связи между ними, обладающие свойствами Морфизмов Теории категорий множеств (M), [7].

Очевидно, что структура информационного контура управления (ИКУ) будет определяться категорией моделью объектов:

$$\text{ИКУ} = \{\text{ИАС}, \text{СГД}, \text{СГС}, \text{ПС}, \text{М}\}.$$

Из Теории управления, известно, что в контуре управления взаимодействуют (синхронно или асинхронно) два канала: канал прямого воздействия и канал обратной связи (контроля).

На рис. 5 приведена схема взаимодействия объектов в состоянии прямого а), обратного б) и совместного {а,б}, {б,а}, взаимодействия в процессе управления.

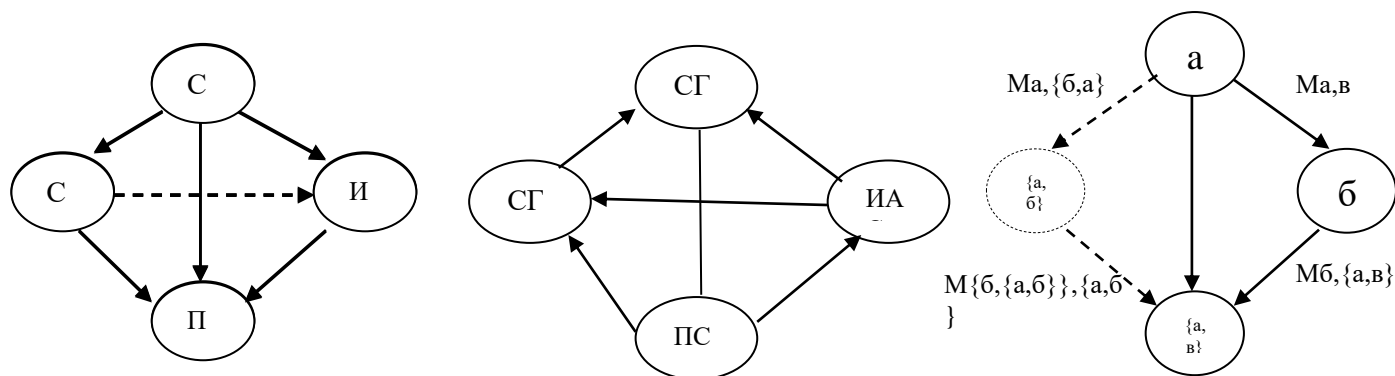


Рис. 5. Логика функционирования контуров организационно-функционального при плановом и внеплановом управлении

Необходимыми условиями для нормального (планового) состояния данного контура системы управления является логическая непротиворечивость данных структур, что соответствует равновесному состоянию по Нешу. Но данные структуры являются эквивалентными структуре логического квадрата Декарта, [10].

Можно показать, что если определённые Морфизмы в каждом квадрате будут обладать свойствами коммутативности, то соответствующие структуры будут непротиворечивыми. Наличие противоречия является признаком инициализации внешнего (непланового) процесса управления, а признаком его устранения - исключение (окончание) этого противоречия. В этом случае исполненный

Применение принципа синтаксической трансляции при проектировании концептуальной модели информационно-аналитической системы (ИАС) для организационно-функционального управления машиностроительного предприятия

процесс управления будет обладать всеми свойствами категорийного объекта, и идентифицироваться значениями внутреннего состояния в ИАС. Таким образом, будут соблюдены логические ограничения для исполнения внешних процессов управления. Достаточные же параметрические(информационные) условия для комплексной управляемости производственного процесса будут определяться соблюдением принципа необходимого разнообразия Эшби, [10, 11].

Технологически, информационная структура данной концептуальной модели ИАС может быть реализована путем определённой адаптации типового Поискового сервера (настройки) к контенту исследуемой предметной области. Для предметно-ориентированной ИАС на производственную область путем интеграции систем CAD/CAM/CAE/PDM/PLM/SCADA/ERP/CRM и др., а также средствами универсальных экспертных систем класса J2 или информационными технологиями создания интеллектуальных ХД, [12].

Выводы

Определены необходимые условия формального синтеза самоорганизующейся структуры ИАС, базирующиеся на композиции объектов – множеств теории категорий, имеющих свойства коммутативности в структуре логического квадрата Декарта, и далее - в Декартовом многограннике. Показано, что для таких структур сохраняются правила формальной логики, позволяющие определять возникающие структурные противоречия, то есть осуществлять контроль состояния процессов.

Список используемых источников

1. Волкова, В. Н. Основы теории систем и системного анализа / В. Н. Волкова, А. А. Денисов // СПбГТУ, СПб. : 2001. 512 с.

2. Категория множеств. Электронный ресурс. / Википедия// Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Категория_множеств (дата обращения 09.04.14)

3. Хомский, Н. Язык и проблема знания // Вестник МГУ: сб. науч. тр. Москва, 1996. Вып. 6. С. 157-185. Марка, Д. А.

4. Системно-лингвистический подход к проектированию формальных моделей исследуемой предметной области на основе категорий диалектики и теоретико-множественных методов. Куликов Г.Г., Злобина Т.П., Бабак С.Ф., Шамиданов Д.Г. Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2017. Т. 21. № 2 (76). С. 95-102.

5. Метод применения теории категорий для формализации содержательной модели производственного процесса в информационной среде предприятия / А. В. Речкалов, Г. Г. Куликов, В. В. Антонов, А. В. Артюхов // Управление экономикой: методы, модели, технологии. 14-я международная конференция. Уфа. 2014. С. 141-143.

6. Разработка формальной интегральной модели производственного процесса машиностроительного предприятия / А. В. Речкалов, В. В. Антонов, А. В. Артюхов // Вестник УГАТУ: науч. журнал Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та УГАТУ. 2014. Т. 18. № 4 (65). С. 125-133.

7. Построение и эффективность ERP системы на ОАО «УМПО»/А. В. Артюхов //© 2010-2015 Деловой портал «Управление производством», www.up-rpo.ru, 08 февраля 2013, Стр.8.

8. Разработка формальной модели производственного процесса с применением корпоративной информационной системы / А.В. Речкалов, Г.Г. Куликов, В.В. Антонов, А.В. Артюхов // Научное обозрение: науч. журнал. 12, 2015. С. 187-196.

9. Разработка формальной модели производственного процесса для организации проектного и производственного менеджмента с применением интеллектуальной КИС / А. В. Речкалов, Г. Г. Куликов, В. В. Антонов, А. В. Артюхов // Вестник ПНИПУ: науч.

журнал Пермского научно-иссл. политех. ун-та ПНИПУ. 2014. № 11. С. 34-54.

10. Новиков Д.А. Кибернетика: Навигатор. История кибернетики, современное состояние, перспективы развития. – М.: ЛЕНАНД, 2016. – 160 с. (Серия «Умное управление»)

11. https://ru.wikipedia.org/wiki/Закон_необходимого_разнообразия

12. Метод структурирования контента гетерогенного информационного пространства на основе формализованной

модели предметной области для решения задач интеллектуального поиска. Куликов Г.Г., Шилина М.А., Бармин А.А., Старцев Г.В., Шамиданов Д.Г. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2018. Т. 18. № 1. С. 5-16.