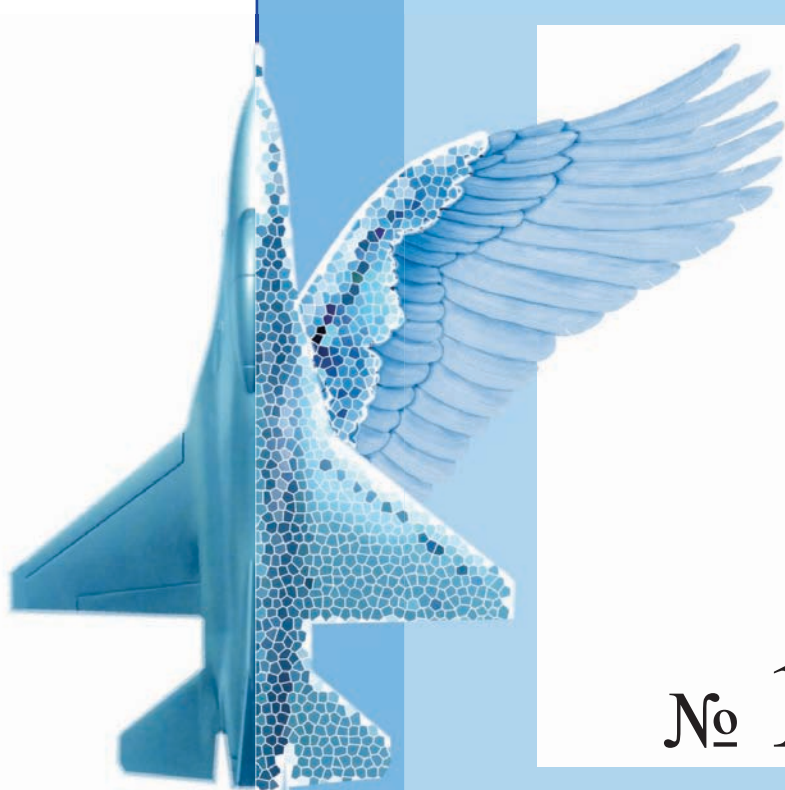


ОНТОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

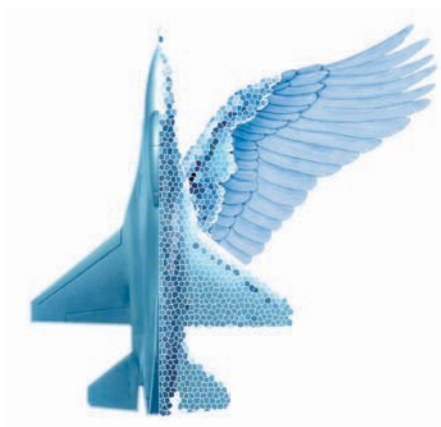


№ 1(3)/2012

ОНТОЛОГИЯ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Научный журнал

№ 1(3)



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

(состав формируется)

Белоусов Анатолий Иванович, д.т.н., профессор, СГАУ, г. Самара
 Боргест Николай Михайлович, к.т.н., доцент, СГАУ, член ИАОА, г. Самара
 Голенков Владимир Васильевич, д.т.н., профессор, БГУИР, г. Минск
 Валькман Юрий Роландович, д.т.н., профессор, МНУЦ ИТиС НАН и МОН Украины, г. Киев
 Васильев Станислав Николаевич, д.ф.-м.н., профессор, академик РАН, ИПУ РАН, г. Москва
 Виттих Владимир Андреевич, д.т.н., профессор, ИПУСС РАН, г. Самара
 Загоруйко Николай Григорьевич, д.т.н., профессор, ИМ СО РАН, г. Новосибирск
 Клещёв Александр Сергеевич, д.ф.-м.н., профессор, ИАПУ ДВО РАН, г. Владивосток
 Комаров Валерий Андреевич, д.т.н., профессор, СГАУ, г. Самара
 Крылов Сергей Михайлович, д.т.н., профессор, СамГТУ, г. Самара
 Пиявский Семен Авраамович, д.т.н., профессор, СГАСУ, г. Самара
 Скобелев Петр Олегович, д.т.н., НПК “Разумные решения”, г. Самара
 Смирнов Сергей Викторович, д.т.н., ИПУСС РАН, член ИАОА, г. Самара
 Соллогуб Анатолий Владимирович, д.т.н., профессор, ГНПРКЦ “ЦСКБ-Прогресс”, г. Самара
 Соснин Петр Иванович, д.т.н., профессор, УлГТУ, г. Ульяновск
 Таллер Роберт Израилевич, д.филос.н., профессор СГАУ, г. Самара
 Шведин Борис Яковлевич, к.п.н., доцент, член ИАОА, ООО “Дан Роуз”, г. Ростов-на-Дону

Исполнительная редакция журнала

| | | |
|-----------------------|----------------|---------------------------------------|
| Главный редактор | Смирнов С.В. | директор ИПУСС РАН |
| Выпускающий редактор | Боргест Н.М. | директор издательства “Новая техника” |
| Секретарь | Климакова Е.А. | ИПУСС РАН |
| Технический редактор | Шустова Д.В. | СГАУ |
| Литературный редактор | Боргест Д.Н. | издательство “Новая техника” |
| Дизайнер | Симонова А.Ю. | издательство “Новая техника” |

РАБОЧИЕ КОНТАКТЫ**ИПУСС РАН**

443020, Самара, ул. Садовая, 61.
 тел.: +7 (846) 332 39 27, факс.: +7 (846) 333 27 70

Смирнов С.В.
 smirnov@iccs.ru

СГАУ

443086, Самара, Московское шоссе 34, корп. 10, кафедра КиПЛА
 моб.: +7 927 651 45 54, тел.: +7 (846) 267 46 46

Боргест Н.М.
 borgest@yandex.ru

Издательство “Новая техника”

443010, Самара, ул.Фрунзе 145, тел.: +7 (846) 332 67 84, факс: +7 (846) 332 67 81

Сайт журнала: http://agora.guru.ru/scientific_journal/

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство ПИ № ФС 77-46447 от 7.09.2011 г.



Отпечатано в издательстве “Новая техника”
 Подписано в печать 02.05.12. Тираж 300 экз.

© Все права принадлежат авторам публикуемых статей
 © Издательство “Новая техника”, 2011, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|------------|
| От редакции | 5 |
| Платон мне друг, но истина дороже | |
| Скобелев П.О. | 6 |
| ОНТОЛОГИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ | |
| Соснин П.И., Маклаев В.А. | 39 |
| ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ СПЕЦИФИКАЦИИ КОНЦЕПТУАЛИЗАЦИЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ | |
| Бухановский А.В., Нечаев Ю.И. | 53 |
| МЕТАОНТОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОРСКИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ | |
| Крылов С.М., Гребенщиков Е.Н. | 65 |
| ОНТОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ | |
| Махортов С.Д., Шурлин М.Д. | 73 |
| АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ИЕРАРХИЙ ТИПОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РЕФАКТОРИНГА | |
| Углев В.А. | 80 |
| АКТУАЛИЗАЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ СТАНДАРТОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ: ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД | |
| Боргест Н.М. | 87 |
| БУДУЩЕЕ УНИВЕРСИТЕТА: ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД. ЧАСТЬ 2: СУЩНОСТИ, МОТИВАЦИЯ, ПРОЕКТНОЕ ОБУЧЕНИЕ | |
| ABSTRACTS | 106 |
| НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ, СЕМИНАРЫ, КУРСЫ | |
| Коммюнике международной конференции по онтологии | 108 |
| Курс лекций и семинаров профессора Д. Шмитта в СГАУ | 109 |
| Международная конференция ПУМСС-2012 | 112 |

CONTENT

| | |
|--|------------|
| From the Editors | 5 |
| Plato is my friend, but verity is dearer | |
| P.O. Skobelev | 6 |
| ACTIVITY ONTOLOGY FOR SITUATIONAL MANAGEMENT OF ENTERPRISES IN REAL TIME | |
| P.I. Sosnin, V.A. Maklaev | 39 |
| INSTRUMENTAL MEANS FOR SPECIFICATIONS OF CONCEPTUALIZATIONS IN DESIGNING OF AUTOMATED SYSTEMS | |
| A.V. Bukhanovsky, Y.I. Nechaev | 53 |
| RESEARCH DESIGN METAONTOLOGY MARINE DYNAMIC OBJECTS | |
| S.M. Krylov, E.N. Grebenshikov | 65 |
| ONTOLOGY OF HETEROGENIOUS ELECTRONICS SYSTEMS DESIGN | |
| S. D. Makhortov, M.D. Shurlin | 73 |
| ALGEBRAIC MODELS OF TYPES HIERARCHY FOR DESIGN AND REFACTORING | |
| V.A. Uglev | 80 |
| ACTUALISATION OF DESIGN STANDARDS OF COMPLEX TECHNICAL OBJECTS. ONTOLOGICAL APPROACH | |
| N.M. Borgest | 87 |
| FUTURE OF THE UNIVERSITY: ONTOLOGICAL APPROACH. PART 2: ENTITIES, MOTIVATION, PROJECT-BASED EDUCATION | |
| ABSTRACTS | 106 |
| SCIENTIFIC CONFERENCES, SEMINARS, COURSES | |
| Ontology Summit 2012 Communique | 108 |
| A course of lectures and seminars of professor D. Schmitt in SSAU | 109 |
| International conference PCMCS-2012 | 112 |



«ПЛАТОН МНЕ ДРУГ, НО ИСТИНА ДОРОЖЕ»

Дорогой наш читатель,
уважаемые авторы и члены редакционной коллегии!

«Уподобившись Сократу» в своем первом номере нашего журнала, мы не можем не вступить в спор о том, кому же принадлежат слова «Платон мне друг, но истина дороже». Традиционно считается, что они были произнесены учеником Платона - Аристотелем.

Аристотель в своем сочинении «Никомахова этика»¹, трактуемом не иначе как учение о добродетелях, писал: «Пусть мне дороги друзья и истина, однако долг повелевает отдать предпочтение истине». У других, более поздних, античных авторов это выражение встречается в форме: «Сократ мне мил, но истина всего милее».

К первоисточнику, содержащему заложенный в известном выражении смысл, относят и слова самого Платона. В своем сочинении «Федон» он вкладывает в уста Сократа такие слова: «Следуя мне, меньше думайте о Сократе, а больше об истине». То есть Платон устами Сократа советует ученикам выбирать истину, а не веру в авторитет учителя.

В латинской транскрипции выражение: «Amicus Plato, sed magis arnica veritas», в мировой литературе впервые встречается в романе Мигеля Сервантеса де Сааведра «Дон Кихот», именно после выхода которого в свет выражение стало всемирно известным.

Таким образом, история знаменитого выражения парадоксальна: его фактический автор Платон стал одновременно и его «героем», и именно в этом, отредактированном временем виде слова Платона вошли в мировую культуру.



Смысл выражения очевиден: истина, точное знание — это высшая, абсолютная ценность и авторитет здесь не является аргументом её определяющую.

Поэтому стремление к истинному объективному знанию и пониманию процессов, свойств, отношений в конкретных предметных областях позволит приблизиться, по утверждению Аристотеля к «определенному благу»¹.

Известны, уже ставшие народными мысли о том, что движение, процесс, наконец, жизнь, — это ВСЁ, а результат всего лишь — НИЧТО, так как фактически означает завершенность, т.е. смерть. Завершенность в научном поиске означает лишь констатацию полученных знаний, это всего лишь «передышка» в бесконечном поиске ускользающей истины. Поэтому публикуемые статьи в журнале это на наш взгляд в большей степени приглашение к дискуссии, в которой «рождается», скорее всего, *путь к истине*, а не сама истина!

¹ Аристотель. Никомахова этика. Перевод: (С) Нина Брагинская (satis@glasnet.ru). Философы Греции ЗАО "Издательство "ЭКМО-Пресс", Москва, 1997. http://www.philosophy.ru/library/aristotle/nic_ethic.html

УДК 004.896

ОНТОЛОГИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

П.О. Скобелев

*Институт проблем управления сложными системами РАН, Группа компаний «Генезис знаний»
petr.skobelev@gmail.com*

Аннотация

В работе предлагается подход к построению онтологий деятельности предприятий, интегрирующих знания из различных областей для построения концептуальных моделей, применимых для ситуационного управления ресурсами предприятий. В этих целях дается краткий обзор существующих подходов к созданию онтологий, проводится категориальный анализ характерных особенностей деятельности предприятий, рассматривается «путь мастера» - эпистемиологический генезис знаний, выраженный цепочкой изобретений и открытий предметной области. Предлагается инструментарий для работы с онтологиями деятельности, которые могут использоваться, например, для распределения, планирования и оптимизации ресурсов предприятий и ряда других применений.

Ключевые слова: онтологии, модели деятельности, мультиагентные системы, управление ресурсами, интеграция знаний, реальное время.

Введение

Эффективное управление ресурсами современных предприятий представляет собой сложную проблему, требующую ежедневного решения взаимосвязанных и взаимосогласованных задач организации работ, планирования, мониторинга и контроля исполнения планов, а также развития предприятия.

При этом неопределенность спроса и предложения, сложность решаемых задач и динамика происходящих изменений в среде деятельности предприятий постепенно приводят к отказу от классических принципов менеджмента и попыткам поиска новых принципов управления, которые позволяли бы в этих трудных условиях добиваться лучших результатов, причем делать это в более короткие сроки и за меньшие деньги.

Один из новых подходов в этой сфере связан с развитием принципов ситуационного управления предприятиями в реальном времени [1], в котором управление понимается как процесс принятия согласованных решений между лицами, принимающими решениями (актерами), на основе общего понимания ситуации, вырабатываемого в процессе их взаимодействия, в темпе развития ситуации. В этом подходе каждый из акторов является «неоднородным», т.е. обладает своими знаниями и своим видением ситуации, своей логикой, своими инструментами, ресурсами и т.д. – однако, в ходе взаимодействия вырабатывается общее видение ситуации, которое признается и принимается каждым из участников, и которое далее используется для выработки и принятия согласованных решений для преодоления проблемы. При этом очень важным является тот факт, что знания каждого актора, лежащие в основе принимаемых им решений, в ходе разрешения проблемной ситуации могут пополняться и уточняться, поскольку помимо «штатных» ситуаций, прописанных в регламентах предприятия, непрерывно возникают и «нештатные» ситуации, когда предприятие сталкивается с

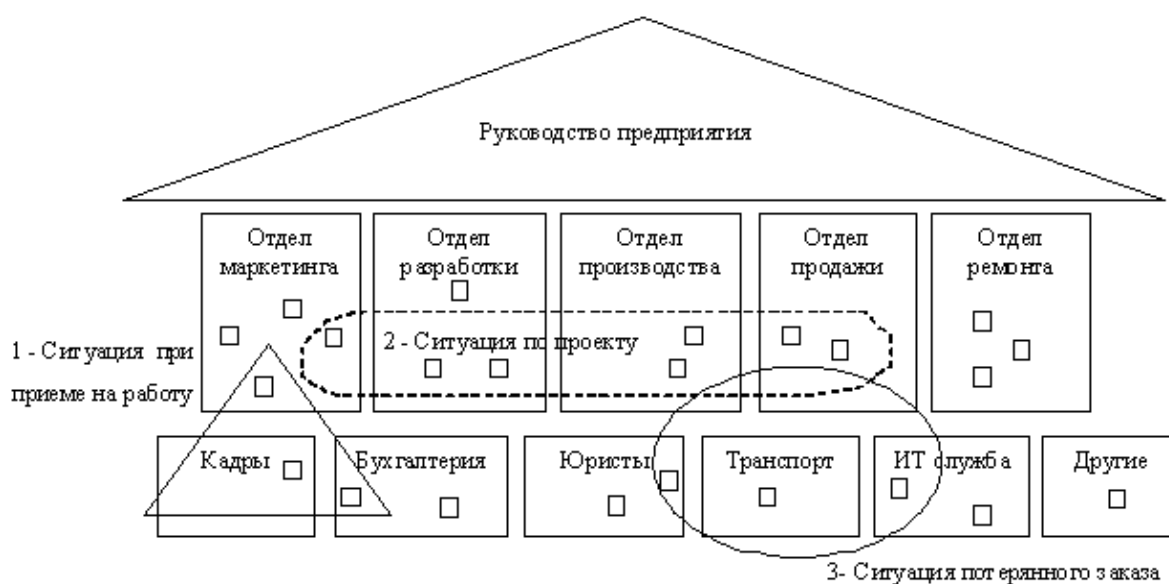
опасными или открывающими новые перспективы непредвиденными событиями, которые могут радикально повлиять на будущее предприятия.

Данное видение становится основой новой интерсубъективной теории ситуационного управления, в которой должны рассматриваться не только и не столько модели объекта управления (спутника или космического корабля для центра управления полетом, прокатного стана для металлургического комбината, маршрутов и графиков движения грузовиков для транспортной компании и т.д.), сколько модели деятельности коллективов людей, реализующих управление объектом, включая модели ситуаций, модели знаний и логики принятия решений акторами (которые теперь становятся частью теории), модели коллективного согласования и принятия решений и т.д.

В настоящей статье предлагаются онтологии деятельности предприятий, которые позволяют описывать знания о предметной области, строить концептуальные модели деятельности предприятий, а также формировать модели ситуаций (сцены), используемые для ситуационного управления в интеллектуальных системах поддержки принятия решений нового класса на основе мультиагентных технологий [2], базирующихся на принципах самоорганизации и эволюции.

1 Ситуационное управление предприятиями в реальном времени

Для примера рассмотрим любое предприятие полного цикла, которое разрабатывает и производит новые изделия, обеспечивает продажу и доставку изделий потребителям как напрямую, так и через сеть магазинов, а также осуществляет поддержку эксплуатации изделий, а при необходимости, и ремонт и замену изделий (рисунок 1).



1 – штатная ситуация с приемом нового специалиста на работу, 2 – штатная ситуация с перераспределением ресурсов в проекте в случае выявления новой задачи, 3 – внештатная ситуация с потерянными заказами (квадратиками показаны вовлеченные сотрудники).

Рисунок 1 - Структура типового предприятия с тремя видами ситуаций

В повседневной жизни такого предприятия постоянно возникают различные штатные и нештатные проблемные ситуации, например:

- в связи с неожиданным увольнением опытного сотрудника (ситуация 1 - треугольный контур) возникла острая необходимость скорейшего принятия в отдел маркетинга нового специалиста – запускается документированная процедура (регламент) поиска и приема на работу специалиста;
- в проекте НИР и ОКР (ситуация 2 – пунктирный контур) возникли непредвиденные новые задачи, которые требуют изменения плана проекта и перераспределения ранее назначенных задач между участниками проекта, но не требуют сдвижки сроков и дополнительного финансирования – формализованная процедура разрешения такой ситуации отсутствует, но задача разрешается путем адаптивного перепланирования проекта командой специалистов;
- пришла рекламация от клиента (ситуация 3 - овальный контур), что заказ не был выполнен, но в базе данных предприятия отсутствуют сведения о таком заказе – ситуация по принципу «такого не может быть», требует исследования причин возникновения.

Если первая ситуация относится к числу часто повторяющихся и хорошо отработанных, и обычно предполагает наличие вполне определенного типового бизнес-процесса (регламента) согласованного решения данной задачи, требующего взаимодействия руководства предприятия, маркетингового отдела, отдела кадров и бухгалтерии, то вторая ситуация – гораздо менее формализованная, требующая рассмотрения возникшей проблемы, существа новой задачи и возможностей имеющихся специалистов, но также может быть разрешена в рамках проекта путем анализа ситуации по существу и адаптивного изменения плана проекта. При этом третья – вообще не имеет пока даже причины возникновения ситуации, которые должны быть выявлены в ходе изучения и разбирательства, определены ответственные и ошибки, приведшие к ситуации, и соответствующие изменения должны быть внесены в существующие регламенты или созданы новые регламенты – если только эта ситуация не является обычным недоразумением.

При этом важно отметить, что для решения проблемной ситуации динамически создаются команды разных специалистов, которые должны для себя сначала полностью выяснить ситуацию, выработать варианты решений и согласованным образом принять решение, которое будет наиболее ценным для предприятия.

Существо предлагаемого подхода к управлению ситуациями [2] состоит в том, чтобы построить модель каждого актора как программного агента, работающего в виртуальном мире предприятия, который бы постоянно анализировал ситуацию, планировал свою работу, согласовывал полученный план с другими акторами, далее вел мониторинг и контроль исполнения намеченного плана, и в случае расхождений сигнализировал о расхождении и перепланировал свою работу, а также инициировал расширение своих знаний об окружающем мире в диалоге со своим актором, если для решения проблемы требуются дополнительные знания об окружающем мире.

В этих целях становится необходимой онтологическая модель деятельности актора, которая должна позволять сопоставлять ожидаемые и наблюдаемые результаты, своевременно реагировать на непредвиденные события, находить решения для возникающих ситуаций путем перепланирования задач исполнителей (если это возможно), а также прогнозировать развитие ситуаций и обнаруживать точки принятия решений, требующие скорейшего выхода на лиц, принимающих решения.

2 Краткий обзор современных методов и средств для построения онтологий

2.1 Определение понятия «онтология»

В толковом словаре Брокгауза и Ефрона [3] говорится, что «онтология» (“*ontologia*”) есть учение о сущем вообще. В рамках этого учения рассматриваются понятия «нечто» и «ничто», «возможное» и «невозможное», «определенное» (или действительное) и «неопределенное», «количество» и «мера», «качество», «порядок» и «истина» (определяемая формально, как единство многообразного или согласие различного), а также другие свойства и условия действительного бытия - пространство, время, движение, форма, происхождение из другого и переход в другое и т.п.

Иммануил Кант писал: «Онтология – это теория обо всех моих концептах, которые могут быть поняты мной только априори» [4].

Как следует из этих определений, в философии онтология – это системный раздел о бытии, т.е. о том, что нас непосредственно окружает на работе, дома и т.д. Для компьютерных систем «существует» только то, что может быть представлено в виде данных или процедур - в простейшем понимании, онтология – это способ представления знаний о фрагменте окружающего мира, или знания «как они есть» (“*knowledge as it is*”).

По более формальному определению Тома Грубера [5], впервые применившего это понятие в области информационных технологий, онтология – это «спецификация концептуализации». Концептуализация, связанная с введением абстрактных объектов и других понятий для описания мира – это абстрактный, упрощенный взгляд на мир, который мы хотим представить для некоторой цели, например, формализованного представления ситуаций и поддержки принятия решений.

Под формальной моделью онтологии O часто понимают упорядоченную тройку вида $O = \langle C, R, F \rangle$, где C – конечное множество концептов (понятий) предметной области, которую определяет онтология O ; R – конечное множество отношений между концептами (понятиями) предметной области; F – конечное множество функций интерпретации (аксиоматизация), заданных на концептах и/или отношениях онтологии O [6]. Естественными ограничениями, накладываемыми на множество C являются конечность и не пустота. Что касается множеств R и F , то они могут быть пустыми, что соответствует частным видам онтологии, когда она вырождается в простой словарь и таксономию понятий.

Таким образом, онтологии на базовом уровне должны, прежде всего, обеспечивать словарь понятий (терминов) для представления и обмена знаниями о предметной области и множество связей (отношений), установленных между понятиями в этом словаре.

Для формализации знаний в онтологии необходимо выбрать базис, в котором будут описываться концепты. В качестве примера одного из таких базисов в [7] предложен следующий набор компонент:

- классы (*classes*) – обычно организованы в таксономии;
- отношения (*relations*) – представляют тип связей между концептами предметной области. Формально они определяются как подмножество декартова произведения n множеств таких, что: $R: C_1 \times C_2 \times \dots \times C_n$. Примеры простых бинарных отношений: «быть частью» (“*part-of*”), “подкласс-класс” (“*subclass-of*”) или “связанный-с” (“*connected-to*”);
- функции (*functions*) – специальный случай отношений, в котором n -й элемент отношения определяется по значениям $(n-1)$ предшествующих элементов: $F: C_1 \times C_2 \times \dots \times C_{n-1} \Rightarrow C_n$. Примеры: функция «*Price-of-a-used-car*», которая вычисляет цену подержанной машины в зависимости от ее модели, даты выпуска и числа километров;
- аксиомы (*axioms*) – моделируют предложения, которые всегда истинны. Пример аксиомы: «если что-то сделано из дерева, оно может гореть»;

- экземпляры (instances) – представляют элементы. Например, моя конкретная маленькая белая мышь является экземпляром класса «Мыши».

Заметим, что данный базис – отнюдь не единственный, например, в [8] рассматривается вариант «объекты» - «отношения» - «роли» - «атрибуты» при построении онтологий организаций. Еще одним примером онтологического базиса может служить формальная онтология свойств, представленная в [9], в которой свойство – центральная сущность. Здесь рассматривается в первую очередь проблема формирования правильной таксономической структуры онтологии. Свойство соответствует узлу таксономии. Формальная онтология основывается на наборе мета-свойств, построенных вокруг философских понятий идентичности (identity), единства (unity), сущности (entity) и зависимости (dependency). Комбинации мета-свойств определяют разновидности свойств такие, как категория, тип, роль, атрибут и прочие. Таким образом, мета-свойства налагают некоторые ограничения на категоризацию и помогают «очищать» таксономию, т.е. прояснять неправильно выделенные концепты (misconcepts), делая их более понятными, облегчая их сравнение и интеграцию. На практике, ответив на простые вопросы о каждом свойстве в иерархии («Присуще ли это свойство всем его экземплярам?», «Зависит ли от какого-нибудь другого свойства?» и т.п.), можно определить наборы мета-свойств каждого узла и, соответственно, отнести его к определенной разновидности свойств. Таким образом, строится основная линия наследования – backbone taxonomy, в которую входят категории, типы и квази-типы. Остальные свойства (различные атрибуты, роли и т.п.) становятся элементами боковых линий. Результатом такой «очистки» в примере, приведенном в [10], стало удаление многих случаев множественного наследования. Это не является обязательной целью, однако, показывается, что множественное наследование часто используется как средство представить нечто большее, чем просто категоризацию. Например, свойство «Страна» было потомком свойств «Место» («Location») и «Социальная сущность». После первого этапа это понятие было признано не строгим, т.к. страна, например Пруссия, может уже не существовать, в то время как все еще можно поехать на ее географическое местоположение. Но в то же время страна включает в себя два понимания: географический регион (строгое свойство) и политическая сущность (строгое свойство). В итоге же свойство «страна» стала потомком только «свойства» «Социальная сущность», но появилось свойство «Географический регион» - потомок свойства «Место».

Важно отметить, что выбор онтологического базиса (метаонтологии) приобретает ключевое значение особенно в случае, когда необходимо приобретение новых знаний, например, когда в сети встречаются два агента, имеющие разные онтологии. При наличии единого базиса эти агенты имеют шанс «договориться», поскольку их системы знания базируются на едином основании. В частности, агент в ответ на запрос с указанием на неизвестный объект сможет спросить «что это?» и получить как ответ спецификацию данного «объекта», которую мог бы «подцепить» (встроить) в свою онтологию, получив тем самым возможность рассуждать о соответствующих классах и экземплярах объектов при выработке вариантов решений.

Таким образом, конечная цель создания и использования онтологий – обеспечить поддержку деятельности по накоплению, разделению и повторному использованию знаний предприятия [7].

Исходя из этой цели, вводятся критерии, которым должна отвечать онтология:

- Прозрачность – онтология должна эффективно передавать подразумеваемое значение определенного термина, необходимого для описания ситуаций.
- Связность – онтология должна быть связной, т.е. она должна позволять делать выводы, которые согласуются с исходными определениями понятий. По крайней мере, опреде-

ляемые аксиомы должны быть по возможности логически согласованы между собой, чтобы не вызывать множества противоречий.

- Расширяемость - онтология должна быть разработана с возможностью использования разделяемого и пополняемого словаря, когда для формализации ситуации требуются новые и новые знания.
- Независимость от синтаксиса - концептуализация должна быть специфицирована на уровне знания максимально независимо от представления понятий на уровне символов.
- Минимальный базис при высокой выразительности - онтология должна вводить минимальный базовый набор понятий, но их должно быть достаточно, чтобы моделировать мир в требуемых целях и описывать сложные ситуации.
- Удобство для пользователя – онтология должна позволять выражать знания в привычном для пользователя (лица, принимающего решения) виде, быть понятной, обозримой и связанной.
- Эффективность машинной обработки – важна возможность формализации онтологий к виду, допускающему эффективную компьютерную обработку, чтобы снять с пользователя рутинные операции по поддержанию, использованию и развитию онтологий.

2.2 Методы и средства формализованного представления онтологий

Для формализованного представления знаний наибольшее распространение получили подходы на основе фреймов, семантических сетей и продукционных правил [6]. Отметим, что изначально наиболее простой формой представления онтологий были разновидности фреймовых моделей.

Но на сегодня семантические сети признаны как наиболее сложные и наиболее удобные формы концептуализации знаний. Семантические сети состоят из узлов и упорядоченных отношений (связей), соединяющих эти узлы. Узлы выражают понятия или предположения, а связи описывают взаимоотношения между этими узлами.

Для представления знаний обычно используют неоднородные семантические сети [11], в которых используют разные типы отношений. В самом простом случае неоднородную сеть можно представить как совокупность следующих объектов: множества S имен предметов и процессов реального мира и семейства R отношений на множестве S . Различают экстенциональные и интенциональные семантические сети. Экстенциональные сети задаются посредством перечисления всех экземпляров. Интенциональные сети – это сети, задаваемые посредством обобщающих концептов. Например, вместо отношений «Венди – дочь миссис Дарлинг» и «Майкл – сын миссис Дарлинг» будет введено отношение быть ребенком между детьми и родителями.

В результате развития подхода к представлению знаний в виде семантических сетей, был разработан ряд методик по их построению и использованию, в числе которых выделим динамические семантические сети (Dynamical Semantic Network – DSN). Для DSN предлагается метод представления знаний, позволяющий строить сетевые интеллектуальные системы (или сети интеллектуальных систем). В основу концепции динамической семантической сети положены следующие принципы: интеграция процедурных и декларативных знаний; параллельное функционирование всех компонентов сети; эволюция сети в реальном времени. Динамическая семантическая сеть – это семантическая сеть, у которой каждый узел является выполняемым вычислительным процессом, обладающим: алгоритмами обработки информации и выработки решений; средствами общения с другими узлами сети; определенным поведением, что, как легко заметить, в целом очень близко понятию программного агента.

На основе DSN может быть построена иерархическая DSN, которая представляет собой граф, узлы которого – выполняемые процессы, обладающие набором атрибутов и присоеди-

ненных функций. Структура графа отражает текущую модель предметной области. Однако множество дуг графа не ограничивается дугами, отражающими отношения “класс-подкласс”, а включает в себя дуги, отражающие отношения “система-подсистема” и ассоциативные связи между узлами. Каждый узел содержит в себе кроме уникальных данных информацию о своей окрестности и множество процедур. Такая технология представляется перспективной для описания современных распределенных и эволюционирующих программных систем.

Еще один популярный способ описания онтологий - продукционные модели, которые получили распространение для описания предметных областей, в которых доминируют программные модели и алгоритмы. Однако многолетний опыт разработки экспертных систем показывает, что сложные системы правил продукций плохо поддаются формализации и структурированию и требуют постоянной перестройки и согласования.

В последнее время помимо рассмотренного формализованного «явного» представления знаний, все большее распространение получают методы их «неявного» представления, примером которого являются нейронные сети [12]. Для нейронных сетей в настоящее время также существует много развитых алгоритмов. Нейронные сети и самообучающиеся автоматы являются интересной моделью для построения самообучающихся агентов, но на практике требуют весьма сложной процедуры обучения по примерам, что в ряде случаев сделать не представляется возможным; для эффективного обучения требуется большая выборка; но самое главное, что даже на уровне отдельных «особей» трудно выделить семантику принимаемых решений.

Поэтому в настоящее время наметилась тенденция к применению комбинированных схем, соединяющих преимущества явного и косвенного представления знаний.

Примером такого подхода является, например, инструмент визуального конструирования знаний CAKE [13], агентная система Agent Builder компании Reticular Systems, которые используют фреймо-продукционную модель.

В некоторых случаях для представления онтологий применяется также сочетание фреймов и нейронных сетей [14].

2.3 Языки представления онтологий

В последнее время языки представления онтологий получают все более интенсивное развитие в связи с общим процессом «семантизации» веб [15-16]. В рамках этого процесса каждый информационный ресурс Интернет должен получить свой семантический дескриптор на основе изначально заданной общей онтологии, описывающий содержание ресурса, что призвано помочь поисковым системам и другим программам более содержательно использовать данную информацию.

Язык описания онтологий должен удовлетворять следующим требованиям: быть достаточным для описания концептов предметной области; быть легко используемым на существующих платформах; давать возможность неспециалистам легко строить концептуальные модели.

Перечислим примеры языков, наиболее часто применяемых в этой области.

Knowledge Interchange Format (KIF) – язык обмена знаниями. При разработке этого языка пожертвовали наглядностью: наиболее важной была лишь возможность любое представление знаний перевести в KIF, а затем однозначно восстановить или преобразовать с минимальными искажениями в другой формат. В результате KIF позволяет представлять как декларативные, так и процедурные знания, а его синтаксис очень напоминает LISP.

KIF является логическим функциональным языком и обладает широким набором математических функций, логических операций и описателей для формирования метазнаний. Не-

удивительно, что уже разработана, например, система алгебраических выражений (мир алгебры) в терминах KIF, которая позволяет производить обмен знаниями в области алгебры.

Другой вариацией в области концептуального моделирования является язык Unified Modelling Language (UML). Так, например, в [17] исследуется потенциал объектно-ориентированных стандартов для онтологического моделирования, и в частности описывается язык представления онтологий, основанный на подмножестве UML (универсальный язык моделирования) вместе со связанным с ним языком объектных ограничений OCL (Object Constraint Language).

Большинство же разработок по организации хранения знаний в Интернет в настоящее время основывается на языке XML (eXtended Markup Language). Популярность XML вызвана тем, что этот формат предназначен для описания структур любой степени вложенности. Такие структуры могут быть легко встроены в Web-страницу, т.к. XML очень легко интегрируется с HTML. В настоящее время разработано несколько стандартов расширения этого языка, например, XML DTD и XML Schema предназначены для определения структуры документов. С помощью этого языка можно задавать грамматики языков, производных от XML. Одним из таких языков является RDF (Resource Description Framework) – язык для описания ресурсов и связей между ними, рекомендованный W3C для обмена описаниями содержания страниц. XPath и XPointer – расширения для организации ссылок между различными объектами и частями документов.

В настоящее время на основе XML и RDF разработано несколько языков, претендующих на то, чтобы быть стандартными языками онтологий:

- SHOE (Simple HTML Ontology Extentions);
- OIL (Ontology Inference Layer);
- DAML (DARPA Agent Markup Language).

Все они предназначены для описания контента HTML-страничек и других объектов Web через установление смысла их содержания и имеют схожие архитектуры.

2.4 Программные инструменты для работы с онтологиями

В последнее десятилетие для создания и поддержки онтологий появился целый ряд инструментов, которые помимо общих функций редактирования и просмотра выполняют поддержку документирования онтологий, импорт и экспорт онтологий разных форматов и языков, поддержку графического редактирования, управление библиотеками онтологий и другие возможности.

Наиболее известные инструменты для работы с онтологиями представлены в [18-27].

Система Ontolingua была разработана в KSL (Knowledge Systems Laboratory) Стенфордского университета и стала первым инструментом онтологий. Она состоит из сервера и языка представления знаний. Сервер Ontolingua организован в виде набора онтологий, относящихся к Web-приложениям, которые надстраиваются над системой представления знаний Ontolingua. Редактор онтологий – наиболее важное приложение сервера Ontolingua является Web-приложением на основе форм HTML. Кроме редактора онтологий Сервер Ontolingua включает Webster (получение определений концептов), сервер ОКВС (доступ к онтологиям Ontolingua по протоколу ОКВС) и Chimaera (анализ, объединение, интегрирование онтологий). Все приложения, кроме сервера ОКВС, реализованы на основе форм HTML. Система представления знаний реализована на Lisp. Сервер Ontolingua также предоставляет архив онтологий, включающий большое количество онтологий различных предметных областей, что позволяет создавать онтологии из уже существующих. Сервер поддерживает совместную разработку онтологий несколькими пользователями, для чего используются понятия пользователей и групп. Система включает графический браузер, позволяющий просмотреть иерархию

концептов, включая экземпляры. Ontolingua обеспечивает использование принципа множественного наследования и богатый набор примитивов. Сохраненные на сервере онтологии могут быть преобразованы в различные форматы для использования другими приложениями, а также импортированы из ряда языков в язык Ontolingua.

Protégé – одна из наиболее известных систем на языке Java, разработанная группой медицинской информатики Стенфордского университета. Программа предназначена для построения (создания, редактирования и просмотра) онтологий моделей прикладной области. Её первоначальная цель – помочь разработчикам программного обеспечения в создании и поддержке явных моделей предметной области и включение этих моделей непосредственно в программный код. Protégé включает редактор онтологий, позволяющий проектировать онтологии разворачивая иерархическую структуру абстрактных или конкретных классов и слотов. Структура онтологии сделана аналогично иерархической структуре каталога. На основе сформированной онтологии, Protégé может генерировать формы получения знаний для введения экземпляров классов и подклассов. Инструмент имеет графический интерфейс удобный для использования неопытными пользователями, снабжен справками и примерами. Protégé основан на фреймовой модели представления знания ОКВС (Open Knowledge Base Connectivity) и снабжен рядом плагинов, что позволяет его адаптировать для редактирования моделей в разных форматах (стандартный текстовый, базы данных JDBC, UML, языков XML, XOL, SHOE, RDF и RDFS, DAML+OIL, OWL).

OntoEdit первоначально был разработан в институте AIFB, Университета Karlsruhe (сейчас коммерциализован Ontoprise GmbH) выполняет проверку, просмотр, кодирование и модификацию онтологий. В настоящее время OntoEdit поддерживает языки представления: FLogic, включая машину вывода, OIL, расширение RDFS и внутреннюю, основанную на XML, сериализацию модели онтологии используя OXML. К достоинствам инструмента можно отнести удобство использования; разработку онтологии под руководством методологии и с помощью процесса логического вывода; разработку аксиом; расширяемую структуру посредством плагинов, а также очень хорошую документацию. Так же как и Protégé, OntoEdit – автономное Java-приложение, которое можно локально установить на компьютере, но его коды закрыты. Архитектура OntoEdit подобна Protégé. Существует две версии OntoEdit: свободно распространяемая OntoEdit Free и лицензированная OntoEdit Professional. Естественно, что OntoEdit Professional имеет более широкий набор функций и возможностей (например, машину вывода, графический инструмент запросов, больше модулей экспорта и импорта, графический редактор правил, поддержка формата баз данных JDBC и т.д.).

OilEd – автономный графический редактор онтологий, разработан в Манчестерском университете в рамках европейского IST проекта On-To-Knowledge. Инструмент основан на языке OIL (сейчас адаптирован для DAML+OIL, в перспективе – OWL), который сочетает в себе фреймовую структуру и выразительность дескриптивной логики с сервисами рассуждения. Это позволило обеспечить понятный и интуитивный стиль интерфейса пользователя и преимущества поддержки рассуждения (обнаружение логически противоречивых классов и скрытых отношений подкласса). Из недостатков можно выделить отсутствие поддержки экземпляров.

WebOnto разработан для Tadzebao – инструмента исследования онтологий и предназначен для поддержки совместного просмотра, создания и редактирования онтологий. Его цели – простота использования, предоставление средств масштабирования для построения больших онтологий. Для моделирования онтологий WebOnto использует язык OCML (Operational Conceptual Modeling Language). В WebOnto пользователь может создавать структуры, включая классы с множественным наследованием, что можно выполнять графически. Инструмент проверяет вновь вводимые данные контролем целостности кода OCML. Инструмент имеет ряд

полезных особенностей: сохранение структурных диаграмм, отдельный просмотр отношений, классов, правил и т.д. Другие возможности включают совместную работу нескольких пользователей над онтологией, использование диаграмм, функций передачи и приёма и др.

KADS22 – инструмент поддержки проектирования моделей знаний согласно методологии CommonKADS. Онтологии составляют часть таких моделей знаний (другая часть – модели вывода). Модели CommonKADS определены в CML (Conceptual Modeling Language). KADS22 – интерактивный графический интерфейс для CML со следующими функциональными возможностями: синтаксический анализ файлов CML, печать, просмотр гипертекста, поиск, генерация глоссария и генерация HTML.

При создании и использовании инструментов для работы с онтологиями необходимо решать следующие проблемы:

- поддержка совместных и распределенных работ, поддержка совместимости при работе на разных платформах;
- масштабируемость, расширяемость, версификация, безопасность;
- поддержка анализа, который будет фокусировать внимание пользователя на областях онтологии, где, возможно, необходимы модификации для того, чтобы сделать их более корректными;
- жизненный цикл онтологии, т.е. наличие инструментов поддержки развития онтологий (например, инструменты слияния, система контроля кода и т.п.);
- простота использования, в том числе, поддержка простого, но разнообразного пользовательского интерфейса как для неискушенных, так и продвинутых пользователей, поддержка разных стилей представления информации (текстовый, графический или др.).

В инженерии знаний существует понятие поля знаний, которое позволяет инженеру по знаниям описывать основные объекты предметной области и связи между ними в виде графа, диаграммы или любого другого наглядного представления. Поэтому инструменты визуального проектирования онтологий являются одной из наиболее важных частей инструментов поддержки. Преимущество визуального проектирования состоит в том, что разработчик может не заботиться о языке представления онтологии, а оперировать в терминах понятий, связей и т.п. Как следствие этого удобное графическое представление позволяет легко строить концептуальные модели сложных предметных областей даже неспециалистам.

Кроме того, сам процесс визуального проектирования онтологии является «достаточно эффективным гносеологическим инструментом» [28, 29], помогая разработчику или исследователю осознавать структуру предметной области, ее основные и производные концепты и отношения (связи) между ними.

2.5 Проблемы интеграции знаний при работе с онтологиями

Важной задачей при создании инструментов работы с онтологиями является поддержка интеграции онтологий.

В онтологических работах слово «интеграция» используется в различных значениях. Так в [30] обсуждаются различные значения «интеграции» и предлагаются 3 слова для различения этих значений: интеграция (Integration), слияние (Merge) и использование (Use/Application). Другой взгляд на проблему – исследование по слиянию (merging) и «выравниванию» (alignment) онтологий [31]. Здесь, при слиянии онтологий создается одна согласованная онтология. При выравнивании онтологий создаются связи между онтологиями, позволяя повторно использовать информацию из одной онтологии в другой. Т.е. в отличие от слияния, результат выравнивания – две онтологии с постоянными связями, установленными между ними.

К проблемам интеграции относится также задача трансляции (передачи) знаний между онтологиями. В [32] предлагается производить трансляции знаний на основе кластеризации ресурсов. В этой архитектуре ресурсы кластеризуются на базе похожеści концептуальных моделей их областей (не в одной большой, а во многих, но более маленьких разделяемых онтологиях). Такой подход объясняется предположением, что участники с похожими концептуализациями могут вести более «глубокие» переговоры, чем те, которые меньше разделяют свои концептуальные модели. Эта архитектура удобна для выполнения поддержки и масштабируемости, а также близка к человеческой модели концептуализации.

Онтологические кластеры организуются в иерархическую структуру. В кластере верхнего уровня лежат общие концепты, разделяемые всеми ресурсами. В кластерах более низкого уровня концепты, определенные в кластерах-предках, уточняются и расширяются, чтобы представить локальную концепцию для одного или более ресурсов. Если при построении онтологии какой-то агент «знает» некий концепт, который не разделяют другие агенты, то создается новый кластер. Концепты выражаются в терминах унаследованных и отличающих (*distinguishing*) атрибутов.

Для трансляции концептов из онтологии одного кластера в онтологию другого часто не достаточно просто подняться по иерархии до первого общего кластера и затем спуститься ко второй онтологии, т.к. в процессе обобщения могут потеряться важные детали (например, может быть утеряны отличающие атрибуты), и, соответственно, смысл понятий исказится.

Для того чтобы сохранить смысл, нужно добавить некоторые ограничения. Трансляцию между двумя локальными онтологиями предлагается получать с помощью последовательных обобщений и специализаций, пытаясь найти первый более общий концепт (*hypernum*) такой, что существует трансляция между ним и концептом в разделяемой онтологии и создавая непосредственно поверх его онтологии концепты, выраженные в терминах разделяемой онтологии, вместе с их отличающими (*distinguishing*) атрибутами. Такая трансляция эффективна только, если концепты исходной и целевой онтологий имеют общего предка, который расположен не слишком высоко от них в иерархии, иначе шаги обобщения могут привести к слишком общему предку. В этом случае информация потеряется, и полученная трансляция может быть пустой. Атрибуты и отношения, связывающие концепты, играют важную роль в процессе обобщения, позволяя избежать потери информации. Фактически они не только дают идентификацию гиперному концепту (в той же или в разделяемой онтологии), но также позволяют «привязать» некоторую характеристическую информацию к каждому концепту, показывая, таким образом, различие между концептом и его предком.

Специализированные методы и средства построения сложных онтологий, проведения онтологического анализа для интеграции знаний и реализации систем компьютерного моделирования разработаны в работе [33].

Применение онтологического подхода для построения онтологии инженерных знаний на примере машиностроения рассмотрено в работе [34].

2.6 Примеры успешных применений

В настоящее время существует уже довольно много Интернет-проектов, в основу которых положены онтологии.

Ontolingua Server (<http://ontolingua.stanford.edu/>) [35] – это инструмент для создания, поддержки и использования онтологий, хранимых на сервере. Здесь онтология - это набор определений (на формальном языке) фрагмента декларативных знаний, ориентированный на совместное многократное использование различными пользователями в своих приложениях. В онтологии вводятся термины, типы и соотношения (аксиомы), описывающие фрагмент знания. В системе используется собственный язык Ontolingua, который использует принципы

объектно-ориентированного подхода и является расширением языка KIF для обмена знаниями и взаимодействия между программами.

Инструмент рассчитан на web-приложения. Это проявляется, в частности, в том, что он имеет HTML-интерфейс для визуального создания и поддержки онтологий.

Онтология по запросу приложения может быть переведена на языки Loom, IDL, CLIPS и некоторые другие. Определены алгоритмы объединения онтологий.

В [36] приведен пример создания крупномасштабной базы знаний в виде онтологии. В этих целях был взят источник The CIA's World Fact Book - коллекция географических, экономических, социальных и др. фактов, описанных на SGML. Специально написанный парсер извлекает знания и записывает их в виде KIF-аксиом. В процессе всего этого получают словарь терминов, факты и исключения (куски текста, которые не удалось разобрать). На следующем этапе производится «очистка» знаний и построение таксономии терминов и строятся очевидные функциональные связи терминов. Затем строится онтология (построение классов и отношений между терминами, создание новых KIF-аксиом в этой онтологии на основе аксиом 1-го этапа). Созданная онтология подцеплена к нескольким существующим проектам представления онтологий (DARPA's High Performance Knowledge Base Upper-Level ontology, Ontolingua Units and Dimensions Ontology).

Программа SMART [37], разработанная как часть системы поддержки моделирования знаний Protégé, базируется на алгоритме полуавтоматического слияния и «выравнивания» онтологий. SMART помогает разработчику онтологий автоматически решать однозначные задачи и «подсказывать» в задачах, в которых возникает неоднозначность. SMART определяет неконсистентность в онтологических утверждениях, возможно из-за действий пользователя, предлагает пути решения. Определено множество базовых операций, применяемых при слиянии и «выравнивании», их действие. SMART опирается на некоторую «всеобщую» модель знаний и потому может быть применен на различных платформах. Алгоритм применен при «выравнивании» онтологии, разработанной как часть проекта DARPA's High Performance Knowledge Base.

Для «желтых страниц» и каталогов продуктов, структурированное онтологическое представление содержания вместе с лингвистической онтологией может повысить и скорость отклика, и точность основанной на содержании возвращаемой информации. Информационно-поисковая система OntoSeek [38] разработана для семантически ориентированного поиска информации, комбинируя управляемый онтологией механизм установления соответствия смыслов и системы моделирования. Система OntoSeek использует «язык ограниченной выразительности» для представления контента и использует большую онтологию основанную на WordNet для матчинга содержания.

В последнее время онтологии находят все большее применение в различных агентных системах, позволяя отделить знания предметной области от программного кода агента и сделать их повторно используемыми.

Приведем два примера, показывающих как использование онтологий агентами, так и использование агентов для построения онтологий.

Система Bee-gent (<http://www2.toshiba.co.jp/beegent/index.htm>), разработанная в Toshiba Corporation, Systems and Software Research Laboratories, является примером агентной системы с использованием онтологий для организации коммуникации. Bee-gent полностью «агентифицирует» ("Agentifies") коммуникацию, которая происходит между неагентными программными приложениями. Приложения запускают агентов, которые с этого момента поддерживают все сообщения между приложениями. Т.о., Bee-gent позволяет разработчикам строить гибкие открытые распределенные системы, которые оптимально используют существующие приложения.

В Веe-geⁿt есть два типа агентов. "Агенты-Обертки" ("Agent Wrappers") используются для агентификации существующих приложений, т.е. они управляют состоянием «своих» приложений и вызывают их обработчики при необходимости. "Агенты-посредники" ("Mediation Agents") поддерживают координацию коммуникации между приложениями. Агенты используют онтологии при коммуникации. Когда в переговорах агенто-посредников и wrapper-агентов встречаются не интерпретируемые слова, агент-посредник может запросить перевод слова, т.к. в системе уже подготовлены сервисы онтологий. В Веe-geⁿt сервисы онтологий доступны посредникам, если агенты-wrapper-ы являются клиентами ОКВС (Open Knowledge Base Connectivity).

Интересное применение агентных технологий для построения онтологий описано в [39]. В этой системе создана и поддерживается метабаза данных онлайнных ресурсов по экономике (например, электронные публикации) – RePEc. Для решения проблемы информационной ориентации пользователей в усиливающемся потоке сведений о результатах исследований для каждого исследователя создается активный информационный робот – сетевой агент. Основной целью активности такого «и-робота» является поиск максимально благоприятных мест в научной системе разделения труда для своего «хозяина» и продвижение результатов «хозяина» среди исследователей, занимающихся близкой тематикой. Одновременная активность множества и-роботов в достижении подобной цели для всех членов некоего научного сообщества (например, исследователей-экономистов), порождает процесс формирования онтологий («тематической структуры предметной области»), происходит привязка к отдельным элементам онтологии имен исследователей. Отдельный исследователь занимает тем более высокое место в онтологической иерархии, чем большее количество работ, выполненных в данном сообществе, используют (цитируют) его результаты.

Таким образом, в настоящее время имеется ряд подходов к описанию семантики, которые находят все большее применение в первую очередь для описания информационных ресурсов в сети Интернет на основе онтологического подхода. Онтологии позволяют разработчикам программных систем создавать семантические описания ресурсов, строить модели мира и обеспечивать возможность коммуникации для программных агентов в мультиагентных системах, а правильно спроектированные онтологии позволяют повторно использовать представленные в них знания и сокращать сроки проектирования систем.

Однако на пути внедрения онтологического подхода существует еще много проблем, и одна из главных проблем – отсутствие общего стандарта на описание и представление онтологий, с чем связано и отсутствие универсальных инструментов для создания и поддержки онтологий, и библиотек готовых решений, а также и проблемы интеграции гетерогенных онтологий.

В этой связи в настоящее время важно учитывать следующие формирующиеся особенности нового поколения инструментов и методов представления онтологий, которые бы обеспечивали:

- полноценный онтологический базис для представления понятий и отношений любой предметной области, и в первую очередь, корпоративных знаний компаний;
- конструирование онтологий с помощью удобных визуальных средств, которые были бы доступны экспертам и пользователям системы;
- представление гетерогенных знаний в виде смешанных моделей (комбинации семантических сетей, продукций, сценариев);
- динамическое обновление и структуризацию онтологии при одновременной работе многих экспертов;

- интеграцию разрабатываемых инструментальных средств с наиболее распространенными информационными технологиями (серверы Web, серверы приложений, серверы реляционных баз данных);
- интеграцию с другими системами на базе формирующихся в настоящее время de-facto стандартов XML.

Наконец, следует отметить, что существующие инструменты не всегда доступны эксперту и часто требуют привлечения программистов для создания полноценного продукта на основе онтологий.

2.7 Проблема интеграции знаний в междисциплинарных командах

Если построение онтологий для выбранной группы экспертов в одной предметной области еще как-то решается, то для работы междисциплинарных команд создание распределенной интегрированной онтологии представляет особо сложную и малоизученную задачу.

При интеграции знаний от экспертов из различных отраслей в рамках единой онтологии возникает новая проблема, связанная с индивидуальной природой знаний у экспертов и неравномерностью распределения знания между группами географически удаленных экспертов. В [40] для решения этой проблемы предлагается использовать технику репертуарных решеток Дж. Келли в рамках теории персональных конструкторов. В рамках этой теории считается, что в основе нашего знания о мире лежат базовые категории, которые всегда помогают нам упрощать его восприятие, укладывать знания в определенную, понятную нам систему. Отдельные категории, как прутья, складываются в индивидуальные, групповые и профессиональные структуры (которые могут иметь разные названия – иерархии категорий и ценностей, когнитивные модели, и т.п.), всегда имеющие утилитарные значения, которые и позволяют их называть решетками. Метафора решетки очень удобна, т.к. она позволяет говорить об отдельных элементах, из которых состоит решетка. Описать модель – значит выявить ту решетку, на которой «приготавливается продукт». Использование техники персональных конструкторов позволяет расширить границы когнитивного пространства, в рамках которого живут и эксперт, продуцирующий знания, и рядовой пользователь этого знания.

Интеграция знаний призвана помогать в организации и координации работы в современных «распределенных» компаниях, объединяющих мультидисциплинарные команды специалистов. В таких случаях при создании онтологий ориентируются в первую очередь не на структуру объектов предметной области, а на структуру производственных и бизнес-процессов в деятельности предприятия.

Для описания процессов и координации выполнения производственных операций все чаще используется методология WorkFlow (в буквальном переводе – поток работ) [41]. В основе методологии WorkFlow лежат следующие понятия: объект – информационный, материальный или финансовый объект, используемый в бизнес-процессе; событие – внешнее действие, произошедшее с объектом; операция – элементарное действие, выполняемое в рамках рассматриваемого бизнес-процесса; исполнитель. В рамках этой модели процесс состоит из операций и других процессов. Операция адресуется исполнителям, которые, в свою очередь, отвечают за выполнение одной или нескольких операций бизнес-процесса. Объекты участвуют в выполнении операции. События могут влиять на выполнение операций, например, изменяя результат операций или последовательность их выполнения. Операции обрабатывают события, являясь реакцией системы на внешние действия. Жизненный цикл объекта связан с внешними событиями и операциями, выполняемыми в составе процесса.

Заметим, что для описания такого рода «процессных» онтологий могут быть использованы и классические сети Петри и алгебры процессов [42]. Сети Петри – это класс формализмов, основанных на представлении системы сетями с вершинами двух видов: позициями для

представления локальных состояний системы и переходами, соответствующими атомарным действиям. Алгебры процессов – это также класс формализмов для описания и анализа параллельных систем, при этом процесс описывается с помощью алгебраического выражения над атомарными действиями.

Однако, несмотря на многочисленные теоретические исследования в области формализованного представления знаний, продукций, семантических сетей и фреймов, до сих пор на практике не сложился унифицированный стандарт и готовые для применения библиотеки онтологий для работы междисциплинарных команд, которые бы могли значительно помочь в создании прикладных систем примерно так же, как стандартные библиотеки математических функций – что требует новых подходов к разработке онтологических моделей деятельности команд специалистов.

3 Онтологический подход для ситуационного управления предприятиями

3.1 Категориальный анализ деятельности предприятия

Как показано в предыдущих разделах важной частью онтологии постепенно становятся знания о созидательной деятельности людей в предметной области.

Это означает, что в основе построения онтологий должна лежать не столько таксономия объектов, как это принято до последнего времени, а более мощная концептуальная модель (мета-онтология), изначально рассчитанная на представление процессов и действий пользователя.

Но что есть деятельность человека (организации, предприятия)? Ответ на этот вопрос вот уже в течении более 350 лет пытаются дать философы в рамках общей теории деятельности, первые зачатки которой обнаруживаются еще в работах Аристотеля [43]. Понимание того, что деятельность является объектом познания совершенно особого категориального типа, к которому нельзя применять ни логику «вещи-свойства», ни логику «процесса», во многом обусловлено работам И. Фихте, Ф. Шеллинга, Г. Гегеля и ряда других авторов [44].

Методологические основания для разработки теории деятельности обнаруживаются в ряде философских течений, в частности, в учении Ч. Пирса о прагматизме (от греч. «дело», «действия»). В соответствии с этим учением, «философия должна быть не размышлением о первых началах бытия и познания, но общим методом решения тех проблем, которые встают перед людьми в различных жизненных ситуациях, в процессе их практической деятельности, протекающей в непрерывно меняющемся мире». С позиций прагматизма мышление рассматривается как средство приспособления организма к среде с целью успешного действия, а главная функция мысли состоит «в преодолении сомнения, являющегося помехой для действия, в выборе средств для достижения цели или для решения проблематичных ситуаций». Таким образом, идеи, понятия и теории - лишь инструменты, орудия или планы действия. Их значение, согласно «принципу Пирса», сводится к возможным практическим последствиям. Если интерес теоретического разума, по Э.Канту, сводится к вопросу «Что я могу знать?», то интерес практического разума - к вопросу «Что я должен делать?».

Вместе с тем, до сих пор важнейшие результаты в этой области касаются не столько самого этого специфического объекта, сколько разработки средств и методов его исследования. Одним из основоположников этой науки можно считать В.Богданова, сформулировавшем еще в начале века основные принципы теории организации, названной им тектология [45].

Считается, что понятие «деятельности» происходит от понятия «поведения», и потому под деятельностью обычно понимают то, что собственно производится, создается или осуществляется отдельным человеком. Само предположение о том, что деятельность может но-

силь безличный характер, даже сегодня для большинства людей кажется диким и несуразным. Но почему тогда так трудно объяснить, как действует человек, как он использует созданные ранее продукты в качестве средств новой деятельности, как соединяет в своей деятельности прошлое, настоящее и будущее, наконец, что есть знание о деятельности?

Философский словарь так отвечает на этот вопрос: «Деятельность - специфически человеческая форма активного отношения к окружающему миру, содержание которой составляет его целенаправленное изменение. Всякая деятельность включает в себя цель, средство, результат и сам процесс деятельности» [44]. Отсюда следует, что деятельность - это нечто большее, чем просто процесс, и определяется также возможностями самого участника действий, предполагает некоторый исходный и конечный материал, методы и процедуры создания какого-либо продукта, наличие знаний и т.д. Интуитивно ясно и то, что все названные категории, характеризующие деятельность, каким-то сложным образом связаны между собой.

Разработка современных основ теории деятельности, нашедшей применение в области проектирования технических систем (а также давшим начало такой науке как конфликтология), была выполнена в трудах известного современного философа Г.П. Щедровицкого, высказавшего важную мысль о том, что деятельность следует рассматривать как систему с неоднородной полиструктурой за счет многочисленных и весьма разнообразных компонент и связей [46].

Следуя этим представлениям можно утверждать, что каждое предприятие может быть представлена как полипредметная система деятельности, для описания которой необходим категориальный аппарат самого высокого уровня. Один из возможных категориальных подходов приведен в указанной выше работе [46], где вводится формализованное описание целей и задач деятельности, среды деятельности и субъекта деятельности, объектов, процессов и результатов деятельности, применяемых знаний и орудий, имеющихся ресурсов и ограничений и т.д.

В результате для описания деятельности одного индивидуума или целой организации могут быть выделены следующие категории (основные понятия) (рисунок 2): цели деятельности (Цель), среды деятельности, состоящей из среды действий и среды рассуждений (Ср-Д и Ср-Р), субъектов-индивидов (Агентов) и объектов (Объекты) деятельности, где первые принимают решения и действуют, а вторые претерпевают воздействия, исходного материала (Исх-М), знаний (Знания) - особо выделяемых из числа средств и фиксируемых в специальных знаковых формах, а также орудий и инструментов (Ор), исходной и конечной ситуации (Сцена-Н и Сцена-К), результата (Результат) и сценариев действий (Сценарии), критериев, ресурсов и ограничений деятельности. Особо выделяются категории, приложенные к описанию субъекта деятельности: здесь в сценарии Д1, Д2, ..., ДN - действия, приложенные субъектом деятельности к объекту (материалу); Тб - табло сознания индивида; Всс - внутренние для индивидуума (интериоризованные) средства и способности, необходимые для оперирования всеми средствами и осуществления действий.

Кроме того, Щедровицким был высказан важный тезис о том, что и мышление человека также является деятельностью, а, следовательно, существующая формальная логика - «недопустимое переупрощение» процесса мышления [47].

Это приводит к важному выводу, что категории, применимые к описанию материальной деятельности, должны также применяться и к описанию его мыследеятельности, структура которой должна быть совершенно подобной.

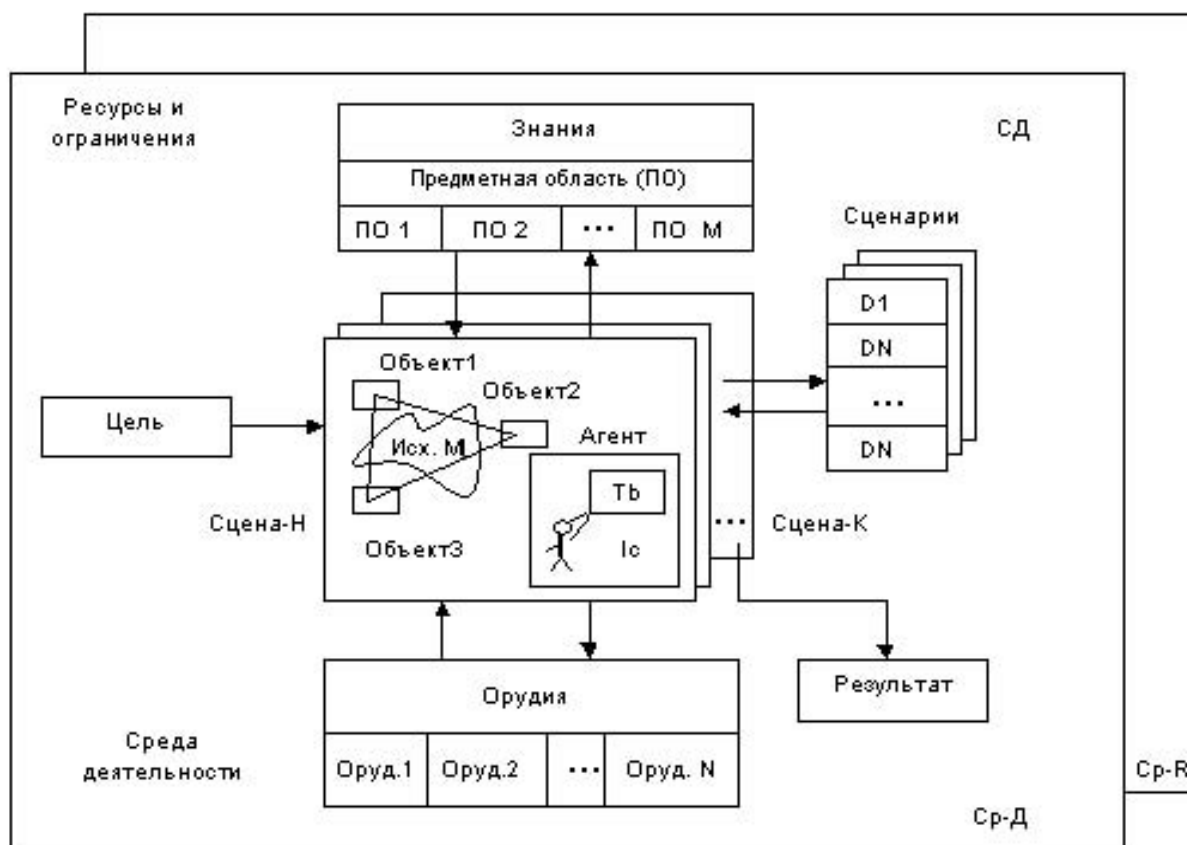


Рисунок 2 - Среды деятельности СрД и СрР

В результате этих работ в современной философии начало утверждаться более глубокое понимание важнейших аспектов человеческой деятельности, которая может рассматриваться не как атрибут отдельного человека, а как исходная универсальная целостность, значительно более широкая, чем сами «люди»: «не отдельные индивиды тогда создают и производят деятельность, а наоборот: она сама «захватывает» их и заставляет «вести» себя определенным образом» [46].

Действительно, с самого своего рождения человек сталкивается с уже сложившейся и осуществляющейся вокруг него деятельностью и его первой задачей становится овладение определенными видами этой деятельности в кооперации с другими людьми, что и определяет главный социальный аспект деятельности. При этом сами люди оказываются принадлежащими деятельности наряду с вещами или машинами в качестве элемента, материала, средства.

В соответствие с этим подходом для моделирования работы любого рассматриваемого предприятия необходимо описание трех важнейших ипостасей деятельности человека: поведения, мышления и коммуникации.

Важнейшее значение в полученной структуре имеет также наличие двух сред деятельности и конфликт между знаниями и орудиями деятельности, постоянное разрешение которого, является одной из главных внутренних пружин развития предприятия.

3.2 Развитие модели деятельности предприятия

Совершенно очевидно, что одно из главных свойств моделей деятельности должно состоять в том, что они постоянно меняются в ходе развития предприятия, поскольку изменяются цели предприятия и среда его функционирования, предпочтения и ограничения, ресурсы, объекты и субъекты деятельности, орудия и инструменты и т.д.

Детальное рассмотрение процессов деятельности в различных предметных областях позволяет выявить общую схему развития деятельности предприятия и выделить следующие основные ее виды: приобретение орудий и инструментов, применение орудий и инструментов, усовершенствование орудий и инструментов – аналогичный цикл применяется для знаний, и также связан с приобретением знаний, применением знаний, а также усовершенствование знаний, посредством локальных «открытий» и «изобретений».

В этой схеме важное значение имеет место очевидная спираль: новые орудия и инструменты (не только материальные, но и нематериальные, например, финансовые инструменты) приносят новые знания и наоборот, новое знание позволяет создавать или приобретать новые орудия и инструменты (рисунок 3), что в целом определяет, так называемый, эпистемиологический генез знаний (иными словами, цепочку изобретений и открытий предметной области).

Процесс приобретения новых знаний связан с обнаружением новых явлений (законов или правил поведения) и свойств объектов. Предметом этой деятельности в целом является изучение этих явлений (обнаружение и описание, выявление закономерностей и т.д.). Как известно, этот процесс может осуществляться как путем экспериментов, так и путем рассуждений (открытие может быть сделано «на кончике пера»). Заметим, что при этом речь идет не о фундаментальных физических или математических открытиях, а о тех «малых» открытиях, которые делает каждый человек в ходе своей профессиональной деятельности, базирующихся в первую очередь на эмпирических индуктивных обобщениях.

Процесс усовершенствования знаний связан в первую очередь с систематизацией и интеграцией знаний. На основе знаний осуществляется теоретическое решение задач, и результаты такого решения могут пополнять саму систему знаний. Высшей формой этой деятельности является создание новой теории, расширяющей класс решаемых задач. Эта деятельность целиком развивается в среде рассуждений, но ее результаты оказываются востребованы во всех других процессах деятельности.

Еще один важный класс творческих задач решается в процессе применения знаний для синтеза новых орудий (в технике - это опытно-конструкторская деятельность, в маркетинге – создание рекламных инструментов и т.д.). Цель этой деятельности состоит в проектировании и создании новых машин, орудий и инструментов (и новых методов их использования), а высшим результатом этой деятельности является изобретение новых типов (классов) объектов. Так же как и при приобретении знаний, изобретения могут совершаться как «сверху» (в результате теоретических исследований), так и «снизу» (в результате практических работ). Однако здесь на входе всегда знания, на выходе - материализованные опытные образцы продукции.

В процессе работы с орудиями решаются практические задачи и происходит усовершенствование самих орудий. В какой-то степени эта деятельность близка описанной выше теоретической, но развивается в среде действий, а не рассуждений. В ходе этой деятельности происходит освоение новых орудий и инструментов и осуществляется материальное производство серийных изделий. Высшей формой этой деятельности является создание нового производства каких-либо изделий.

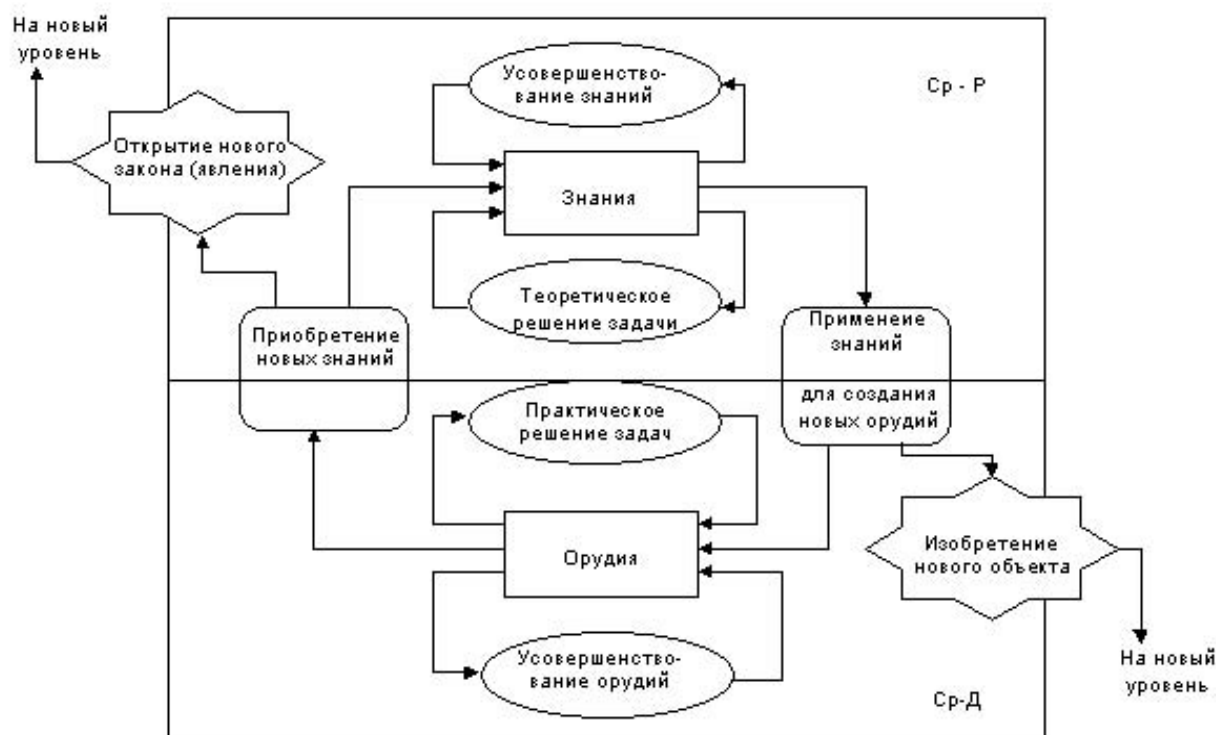
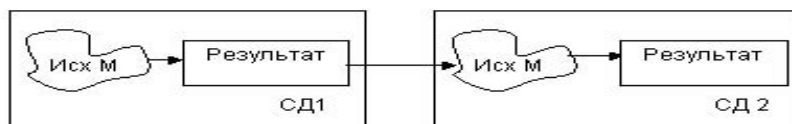


Рисунок 3 – Схема развития деятельности компании

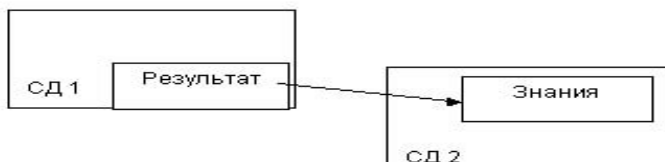
Как следует из данного рассмотрения, предлагаемая схема является универсальной для развития предприятий в самых различных областях деятельности. Так, для торговой компании этап приобретения новых знаний связан с маркетингом рынка, выявлением новых категорий товаров, определением их потребительских свойств, категорий покупателей и т.п. Примером настоящего маркетингового «открытия» небольшого магазина при этом может быть такое индуктивное обобщение (правило), например: «все кто покупает хлеб, покупают и молоко», что позволяет более рационально размещать продукты на полках и повышать прибыль с метра площади. На этапе теоретического решения задач в этой сфере делается технико-экономическое обоснование контрактов, бизнес-планирование и др. На этапе применения знаний делается проект нового изделия, который далее и реализуется на практике.

Создавая модели деятельности можно автоматически строить цепочки их взаимодействий и моделировать целый комплекс отношений, реально возникающих при кооперации предприятий (рисунок 4).

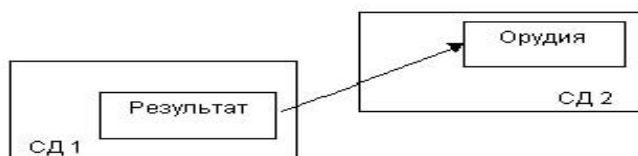
Так, продукт одной системы деятельности может являться исходным материалом для другой (рисунок 4а), в качестве других продуктов систем деятельности могут являться знания или орудия, поставляемые в другие системы (рисунки 4б и 4в), наконец, сам индивид с его развиваемыми интериоризованными способностями (рисунок 4г) может являться продуктом какой-либо другой системы деятельности (например, системы обучения, аттестации и переподготовки кадров).



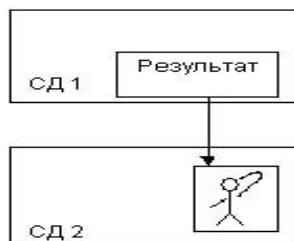
а) результатом первой системы определяет исходный материал для второй



б) результатом первой системы является поставка знаний в другую



в) результатом первой системы является поставка орудий в другую



г) результатом первой системы является индивид для второй

Рисунок 4 – Примеры схем кооперации на основе моделей деятельности

В результате, взаимосочетание и противопоставление среды действий и среды рассуждений, разрешаемое посредством больших и малых «открытий» (например, новых видов выгодных товаров) и «изобретений» (например новых финансовых схем) определяет весь генезис развития выбранной области деятельности: открытие нового явления и создание новой теории обычно стимулирует появление целого класса новых орудий и инструментов и наоборот (рисунок 5), где каждый такой шаг требует пополнения онтологии деятельности новыми понятиями и отношениями.

Следует также отметить, что рассмотренный цикл деятельности весьма характерен и для сферы нематериального производства и даже обыденной жизни, независимо от уровня интеллектуализации труда, и применим как для ученого, так и инженера, предпринимателя и банкира, рабочего и ремесленника. В какой-то степени, повар, обнаруживающий новые вкусовые качества некоторого продукта и создающий на этой основе новое блюдо, или парикмахер, обнаруживающий новые возможности для завивки волос и придумывающий новую прическу, становятся одновременно и первооткрывателями и изобретателями в своей области, и этот процесс ничем не отличается по своей сути от тех же процессов в области самых передовых технологий. Таким образом, представленная спираль открытий и изобретений, представляющая собой указанный выше эпистемиологический генезис знаний области деятельности - неперенный «путь мастера» (профессионала в своем деле) в любой такой сфере, отражающий единство и борьбу потребностей и возможностей человека (и если новые зна-

ния в первую очередь обычно диктуют новые потребности, то новые орудия - дают новые возможности для их удовлетворения).

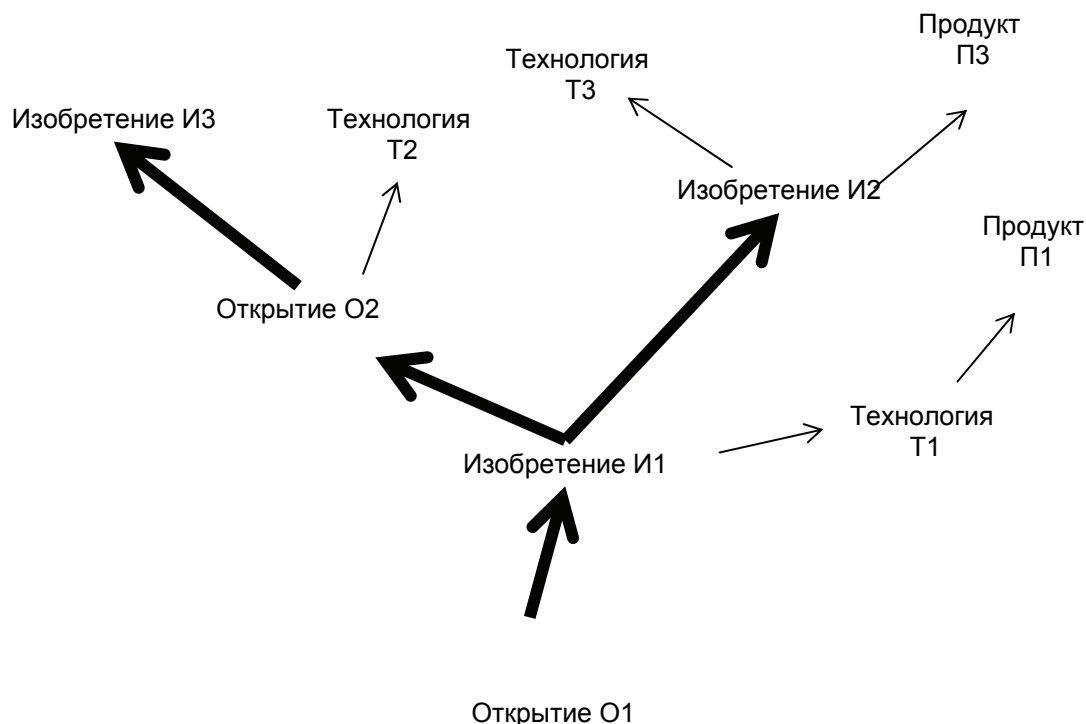


Рисунок 5 - Эпистемиологический генезис знаний - цепочка открытий и изобретений предметной области (жирными стрелками обозначены наиболее часто или эффективно используемые переходы)

Таково содержание профессиональной деятельности человека в любой предметной области и именно эти принципы эффективного обучения Learning by doing (обучаться, делая) были положены нами в основу целого ряда интеллектуальных обучающих систем и учебных сред, определяя качество и эффективность приобретения новых знаний обучаемым [48-52].

Именно эта схема и предлагается для разработки моделей деятельности организаций и людей в различных предметных областях.

3.3 Модель СРД-Р и СРД-Д как «миры» деятельности предприятий

Предлагается конструировать онтологии деятельности предприятий СР-Д и СР-Р как наборы виртуальных и абстрактных миров, описывающих взаимодействие объектов.

В отличие от традиционного для онтологий декларативного описания предметной области, понятие «мир» предполагает описание не только сущностной, но и деятельностной компоненты, т.е. представления сценариев действий над объектами, выражающими законы мира, свойства или функции объектов или действия субъекта над объектами мира.

Кроме того, модель мира всегда предполагает наличие некоторой модели пространства и времени, в рамках которого существуют и взаимодействуют все объекты мира, над которыми можно выполнять действия.

Предлагается общая для всех миров, как физических, так и абстрактных, мета-онтология («модель мира»), включающая концепты «объекта», «свойства», «процесса», «отношения» и «атрибута».

Эта базовая «модель мира», восходящая к Аристотелю (который задолго до появления первых языков объектного программирования высказал идею, что «объекты – суть свойства»), предполагает следующие важные аксиомы:

- объекты обладают свойствами и характеризуются состояниями;
- с каждым объектом мира можно что-то делать, изменяя состояние, свойства или отношения между объектами;
- отношения между объектами могут отражать структурные, функциональные, временные или любые другие виды связей между ними;
- чтобы выполнить действие над объектом необходимо выполнить определенные условия, которые задаются свойствами и отношениями;
- сложные объекты создаются из простых путем действий над ними, связывающих простые объекты в сложные;
- свойства выражают способность объектов вступать в процессы взаимодействия на основе законов мира;
- действия (процессы) изменяют состояния объектов, их свойства и отношения;
- свойства, отношения и действия характеризуются значениями атрибутов.

Пример фрагмента структуры семантической сети этих базовых концептов и связей между ними в предлагаемой «модели мира», определяемой как ее метаонтология, пригодная как для описания миров абстрактной и материальной деятельности, представлен на рисунке 6.

Примеры классов понятий и отношений:

- Классы понятий: «Фабрика», «Товар», «Грузовик», «Магазин»;
- Примеры свойств: «Товар»-»Обладает»-»Весом»-И-»Ценой»;
- Примеры процессов: «Грузовик»-»Перевозит»-»Товар», «Договор» - «В процессе подписания» - «Клиент»;
- Примеры отношений: «Товар» - «Находится» - «Склад»;
- Примеры атрибутов: «Стоимость товара», «Скорость грузовика», «Сроки поставки товара».

Получаемая структура представляет собой семантическую сеть, вершинами которой являются базовые понятия, а стрелки – выражают отношения (связи) между ними.

Эти базовые понятия и отношения, вместе с встроенными сценариями их интерпретации определяют метаонтологию системы.

Используя указанные концепты метаонтологии можно сконструировать модель деятельности в любой предметной области, например:

- в области е-Правительства получение паспорта молодым человеком и приобретение свойства «совершеннолетний» позволяет активировать сценарии получения водительских прав, участия в выборах и т.д.;
- в области физики или инженерных конструкций подключение свойства «иметь электрическую проводимость» подключает законы электричества и через проводник в концептуальной модели цепи при определенных условиях пойдет электрический ток;
- в области транспортной логистики введение нового свойства у водителя «усталость» может позволить накапливать часы за рулем и не планировать водителя в случае превышения нормы рабочих часов, чтобы избежать ДТП или оплаты сверхурочных.

3.4 Инструментарий для работы с мирами деятельности

Для создания онтологий деятельности предприятий предлагается использовать конструктор виртуальных и абстрактных миров и набор сопутствующих инструментов, в рамках которого пользователь может построить модель предметной области и модель своего предприятия, описать свою исходную ситуацию, создать вручную или автоматически сценарий действий или рассуждений и исполнить его по шагам для получения результата.

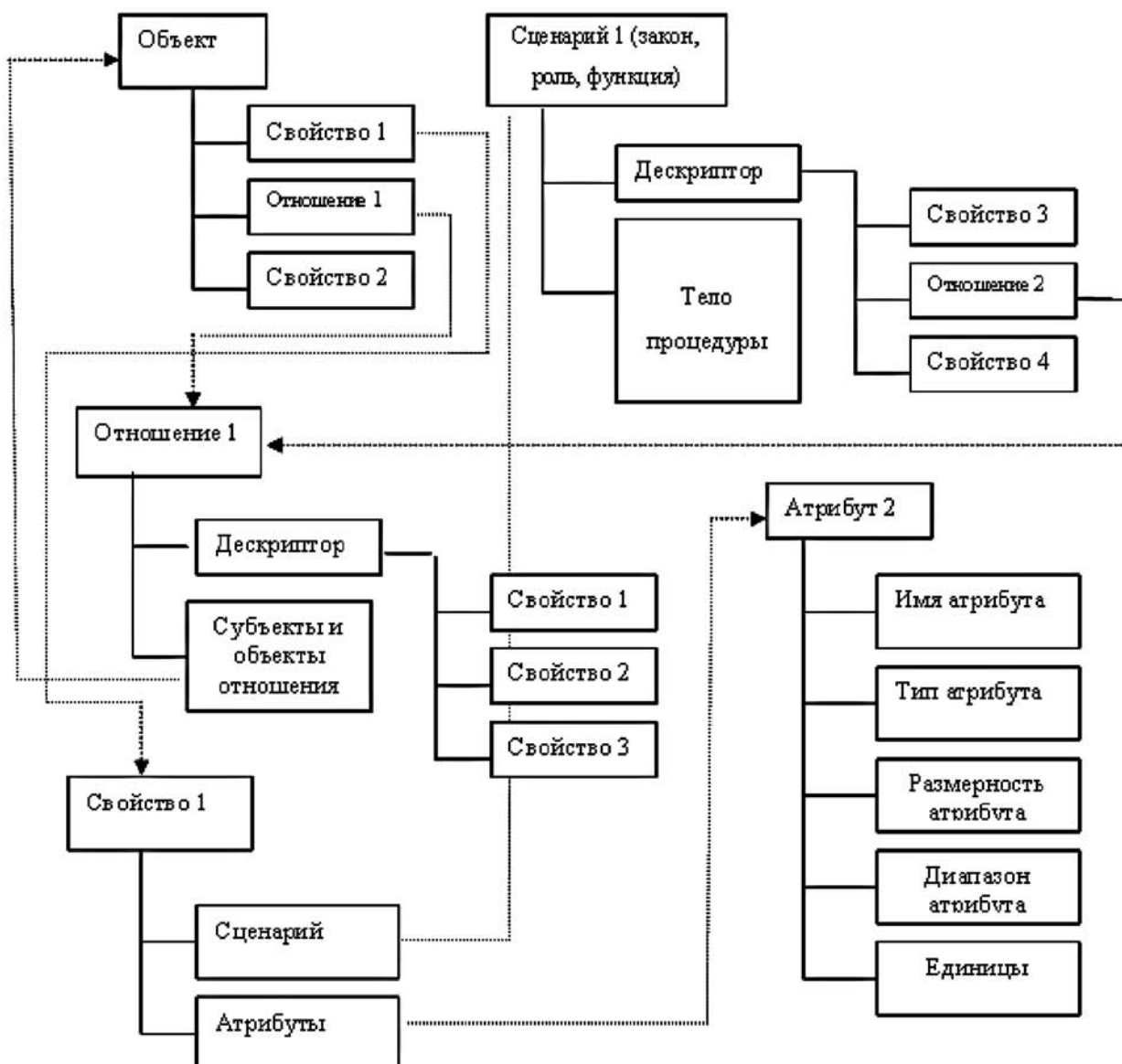


Рисунок 6 – Семантическая сеть метаонтологии, используемая для описания онтологий деятельности



Рисунок 7 – Триада «онтология» – «модель предприятия» – «сцена»

При этом для удобства пользователей выделяются (рисунок 7) три уровня описаний «онтология» – «модель предприятия» – «ситуация (сцена)».

- Онтология описывает понятия и отношения (как толковый словарь), необходимые для описания моделей деятельности в любой предметной области (биотехнологии, наносистемы, космос, живые системы и т.д.).
- Модель предприятия описывает устойчивые конфигурации объектов, упрощающие создание формализованных описаний сцен и ситуаций в конкретных ситуациях (например, нет нужды каждый раз описывать парк станков некоторого цеха – достаточно сохранять эти сведения в модели цеха).

- Ситуация (сцена) описывает экземпляры понятий и отношений в заданный момент времени (как набор фактов), как мгновенная «фотографии» ситуации на каждом конкретном предприятии в заданный момент времени.

Так, в мире логистики при конструировании исходной сцены пользователь должен будет первоначально создать понятия «фабрика», «сборочный цех», «склад», «транспорт», «заказ», «продукт», «расписание», «срок поставки» и т.п. Над каждым из этих понятий можно будет выполнять определенные действия, например, склад может «принять» и «отпустить» продукцию, транспорт - «переместить» груз между узлами производственной сети и т.п. При наличии исполняющей системы, способной моделировать миры, с развитыми графическими возможностями каждый объект мира может иметь свой визуальный образ на экране компьютера, соответствующий различным состояниям, а каждое действие может отображаться в виде изменения состояния этих образов, например, фабрика произведет продукт, склад пополнится товарами, транспортное средство совершит перемещение и т.д.

Структура необходимых при этом инструментов может быть представлена на рисунке 8.



Рисунок 8 - Структура инструментов для работы с онтологиями деятельности

Таким образом, каждый мир может быть построен не как «закрытая» программная модель, а как открытая модель физических или абстрактных сущностей, позволяющая моделировать процессы их взаимодействия на выбранном концептуальном уровне.

Подчеркнем, что создание «миров знаний» кардинально отличается от построения традиционных моделей знаний предметной области, поскольку использует совершенно иную систему представления знаний, базирующуюся на встроенных понятиях о пространстве и времени, сценах и сценариях действий, а также другую логику действий и рассуждений. В частности, логику действий, отвечающую на вопросы: что нужно делать, чтобы построить объект и какие знания или инструменты для этого необходимы, а также каковы функции объекта и как им можно управлять, и, главное, что с ним можно делать.

Сложные объекты при этом конструируются из простых с помощью действий непосредственно на экране компьютера.

Предлагаемый подход к представлению знаний может быть использован как для построения онтологий мультиагентных систем, так и в свою очередь сама онтология может быть построена как мультиагентная система, в которой каждому из рассмотренных концептов может быть приписан агент, обеспечивающий его динамическое взаимодействие с другими понятиями.

Конструктор миров представляет из себя систему визуального проектирования семантических сетей онтологий деятельности, в которой пользователь может в удобной форме создавать и редактировать различные миры, специфицируя свои концепты и устанавливая связи между ними, а также формируя сценарии действий, и далее «проигрывать» ситуации в этих мирах с помощью исполняющей системы, реализующей законы мира.

При этом такая система должна поддерживать взаимосвязи объектов из нескольких миров, объекты которых могут быть связаны между собой (например, логистика может требовать понятий из финансового мира, а также географию земель и дорог, метеорологию и т.п.).

Пример рабочего экрана системы при конструировании фрагмента онтологии логистики [53] представлен на рисунке 9.

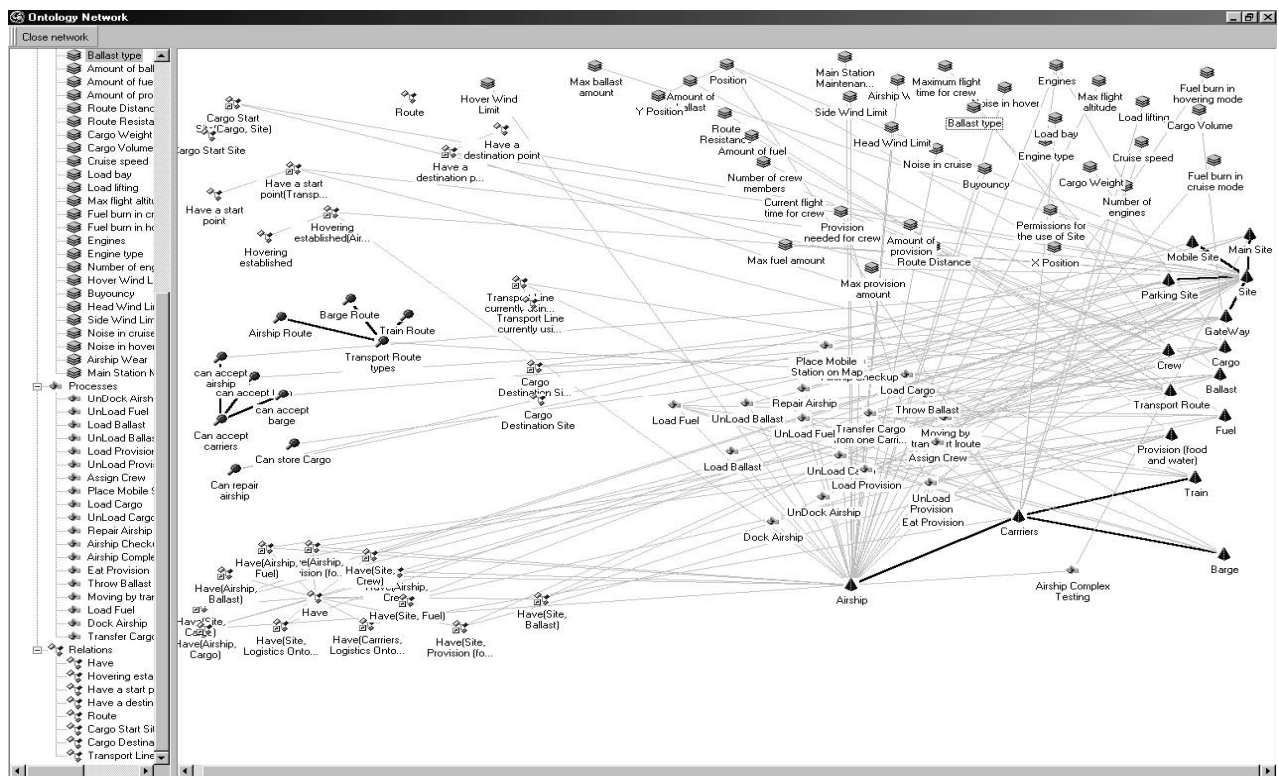


Рисунок 9 – Пример экрана конструктора миров - семантическая сеть, описывающая фрагмент мира логистики

В правой части экрана пользователь видит семантическую сеть понятий предметной области. Иницируя любое понятие можно получить его параметры и все связи, ввести новое свойство или установить новое отношение и т.д. В левой части экрана ведется список всех открытых онтологий и концептов из этих онтологий, включая указанные выше объекты, сценарии действий и т.п.

Помимо описания декларативной части пользователь может ввести описание сценариев действий. Выбирая объект, пользователь тут же получает весь список действий с ним, а выбирая некоторое действие, пользователь автоматически получает весь список объектов, над которым оно может выполняться, и набор атрибутов, которые действие может менять. При этом в дескрипторе сценария действия указывается, кто именно может являться субъектом

действия, какие знания или инструменты применяются при его реализации, каковы условия этого применения и т.д.

Соответственно каждое новое действие в конструируемом сценарии порождает новую связь данного сценария с другими объектами, отношениями или атрибутами. При этом может осуществляться контроль соответствия типов объектов, выполнимости действий над объектами, совместимости их свойств и т.п.

Для создания сценариев действий конструктор онтологий предоставляет пользователю набор системных функций по работе с семантической сетью онтологии (эти функции также поддерживаются на уровне исполняющей системы).

К числу наиболее важных встроенных функций по работе с сетью онтологии мира можно отнести проверку наличие объекта в сцене мира или состояния сценария действий, поиск объектов в дереве классов (получить предка или потомков данного объекта) и т.д.

Построение формализованных моделей знаний позволяет отделить управленческие знания предметной области от программного кода системы и расширять их или модернизировать по мере необходимости, без перепрограммирования системы в каждом случае, что существенно снижает стоимость развития и поддержки системы.

Например, пусть требуется ввести новый тип регламента работы предприятия.

Для этого необходимо ввести в онтологию предприятия новый подкласс регламентов и описать, из каких последовательностей выполнения юридически значимых работ он состоит, сколько времени занимает каждая операция, какие умения сотрудника нужны для ее выполнения и т.п.

Тогда при запуске нового регламента агент регламента сможет прочитать из онтологии конкретную специфику потребностей каждого этапа и создать под них своих агентов, которые будут планировать необходимые операции к нужному сроку с учетом имеющихся людских ресурсов.

В этом случае придется допрограммировать систему только в случае возникновения непредвиденных ранее новых классов объектов и отношений, причем после такого дополнительного введения соответствующее отношение пополнит общую библиотеку отношений и станет доступным для описания всех подобных ситуаций.

Возможности такого конструктора онтологий позволяют описывать предметную область не только программисту или инженеру по знаниям, но и любому рядовому пользователю, не являющимся профессиональными программистами.

3.5 Мультиагентный интегратор знаний

В ряде случаев онтология деятельности, составляя главную часть единого информационного пространства компании, может централизованно храниться на сервере или быть распределенной по машинам сотрудников предприятия или разработчиков прикладных систем, находящихся в географически удаленных между собой местах.

В этом случае приходится решать не только задачу обеспечения согласованной работы удаленных пользователей в рамках единой онтологии, но и совершенно отдельную задачу интеграции поступающих знаний. Такая интегрированная база знаний организации должна не только реагировать на малейшие изменения в онтологии со стороны любого из пользователей и пытаться согласовывать эти изменения с другими пользователями, но и еще «выращивать» новые связи между новыми и старыми квантами знаний, поступающими в систему. Фактически, становится необходимым создание открытой и пополняемой базы знаний предприятия, которая не только доступна для совместной согласованной деятельности независимых пользователей, но и самоорганизуется, развивается и эволюционирует вместе с предприятием в результате ввода новых понятий.

Рассмотрим несколько возможных механизмов работы подобной системы, которые могут успешно применяться как при работе с самими онтологиями, так и для самых обычных текстовых документов (исследовательских отчетов, результатов встреч с клиентами и испытаний изделий, материалов презентаций и т.д.), формирующих «передний край» растущей онтологии предприятия.

Представим себе ситуацию, в которой несколько пользователей в одну онтологию одновременно вводят два новых разных, но близких понятия. Предположим, что это описания некоторых транспортных средств и описателя класса таких средств пока не существует в системе. Один из пользователей вводит в свое понятие «яхты» атрибуты положения, водоизмещения и скорости, а второй, формирующий понятие «автомобиль» – только положения и скорости. В результате возникает «плохая» ситуация, когда в базе знаний появляются два разных, но очень близких по своей сути понятия, которые имеют незначительные отличия в построении и использовании. Есть смысл попытаться унифицировать понятия и интегрировать их в существующую систему.

Для этого в системе автоматически в свободное время или по требованию пользователя запускаются специальные агенты ассоциации, агрегации, генерализации, аналогии, классификации, абстрагирования и некоторые другие.

В частности, если при определении и вводе новых понятий использовались готовые атрибуты, агенту ассоциации не составит труда самому найти появляющиеся ассоциативные связи или организовать агентов понятий на поиск «общих корней». После этого может быть активизирован агент агрегации, который выделит наилучшие общие группы таких свойств и предложит заменить их одним объединенным свойством для удобства использования. Наконец, после этого может быть вызван агент генерализации, который предложит построить на основе агрегированных свойств новый объект класса «транспортное средство» (имя этого класса устанавливается пользователями), после чего система предложит пользователям утвердить данную реорганизацию понятий.

Заметим также, что пользователи могут конструировать свои понятия из собственных атрибутов, которые они создают для решения своих задач (например, скорость). Тогда потенциальная связь между этими понятиями может быть установлена на основе использования одной и той же строки имени атрибута или его размерности, что также рассматривается как один из видов «мягкой» ассоциативной связи. Аналогичные процедуры могут быть осуществлены и для других концептов, включая, например, генерализацию сценариев действий разных агентов для выработки единой общей стратегии.

Таким образом, в результате подобных внутренних трансформаций онтология предметной области может непрерывно меняться в ходе работы системы.

Рассмотрим теперь крайне актуальный для предприятий механизм интеграции разнородных данных (являющихся по своей сути неформализованными или плохо формализованными знаниями), также базирующийся на использовании онтологий и позволяющий напрямую координировать работу специалистов.

Предположим, менеджер по маркетингу вернулся со встречи с клиентами и создал текстовый документ о встрече, в котором изложил требования очередного клиента к изделию. В разрабатываемой системе к подобному «кванту» данных, который может быть представлен не только текстовым файлом (отчетом о встрече, материалами маркетингового исследования, справкой о продажах за последний квартал и т.д.), но и Excel-таблицей или небольшой базой данных, презентацией в Power Point или даже видеороликом, он имеет возможность на основе онтологии построить семантический дескриптор, описывающий эти требования (рисунок 11). Для этого он в мире своего предприятия должен сконструировать на экране «сцену» использования изделия клиентом, выбирая из онтологии и доопределяя объекты, их свойства

или отношения, а также присваивая значения выбранным атрибутам. Пусть в это же время другой сотрудник, конструктор по профессии, привез с испытательных стендов новые данные о характеристиках изделия и аналогично создал для них свой семантический дескриптор. Предположим также, что испытания изделия данного типа показали, что его характеристики могли бы удовлетворить требования клиента.

В результате, на сервере компании почти одновременно появляются два новых «кванта» информации, снабженные семантическими дескрипторами, в которых ряд объектов или отношений совпадает. Агенты этих «квантов» легко найдут друг друга, проведут матчнинг свойств и обнаружат их совпадение. В результате между этими документами будет установлена новая «онтогиперсвязь», «толщина» которой зависит от того, по какому количеству свойств совпали кванты и насколько точно соотносятся их значения.

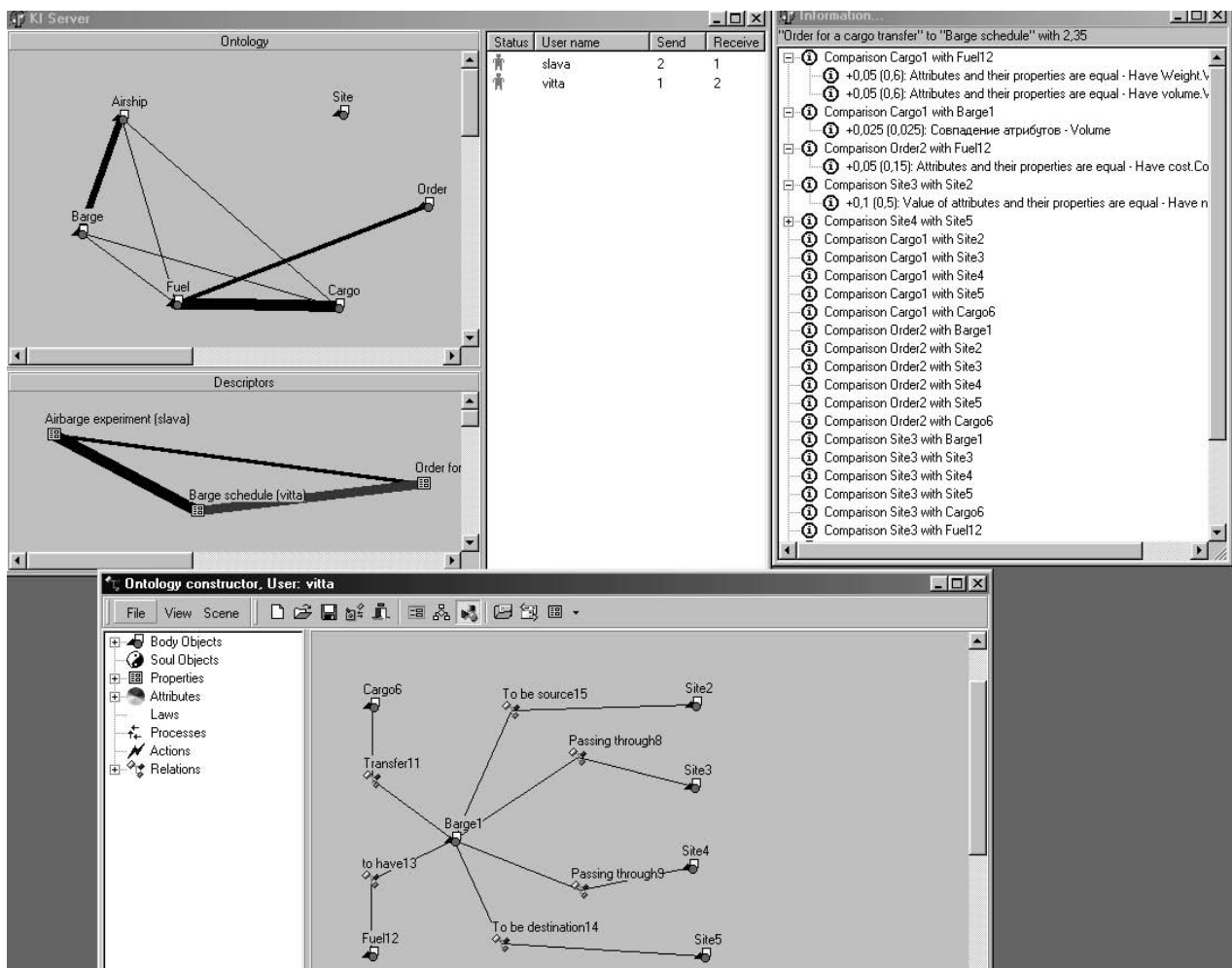


Рисунок 11 – Интегратор знаний – установление новой связи между квантами знаний

По событию установления такой связи каждому из специалистов может прийти сообщение, в котором ему будет рекомендовано ознакомиться с «квантом» его коллеги. После того, как каждый из специалистов ознакомится с «чужим» материалом, он должен будет дать ему оценку, следствием чего, возможно, будет увеличение «толщины» установленной связи, которая наберет некоторые «очки» (деньги) подобно тому, как могут набирать свои «комиссионные» новости в системе корпоративных новостей. Если кванту будет дана такая положительная оценка и «толщина» связи еще более увеличится, возможно, что она перейдет неко-

торый порог, делающий ее доступной и для многих других пользователей. Открыв такую соответствующую «карту» распространения знаний в компании, можно будет сразу увидеть всю «паутину» смысловых связей между документами и специалистами, а также ключевые интегрирующие понятия онтологии, наиболее тесно связанные друг с другом в данный момент времени. Кроме того, кликнув в документ, можно немедленно получить «онтогиперссылки» по типу «смотри также», которые в отличие от обычных гиперсвязей являются динамическими, создаваемыми в ходе работы, способными подниматься вверх по своему рейтингу в соответствии с ростом их ценности, или наоборот падать вниз и полностью исчезать из системы, если к ним не проявляется никакого интереса от других сотрудников.

На этой основе может быть построено более качественное и эффективное взаимодействие специалистов предприятия, ломающее традиционные «барьеры» между подразделениями и позволяющее сразу включить каждый новый квант знаний в работу.

3.6 Семантический Интернет-портал предприятия

Семантический Интернет-портал предприятия, построенный на основе рассмотренных возможностей, может выполнять следующие функции:

- поддержку всех этапов формализации, накопления, систематизации, интеграции и использования знаний о предприятии;
- коллективного формирования наглядной, целостной развивающейся и взаимосвязанной картины развития предприятия;
- каждое подразделение при входе в портал должно получить свой АРМ, доступный через обычный браузер в сети Интернет, в котором сможет создавать:
 - онтологическое описание профиля предприятия и каждого отдела, включая цели и задачи, ограничения, сотрудников и т.д.
 - онтологическое описание требований и спецификаций продукции, проектов и ресурсов, результатов работ;
 - онтологическое описание знаний и опыта сотрудников, с учетом их предыстории, знаний и опыта;
- будет обеспечен постоянный интеллектуальный поиск близких по тематике организаций, проектов, экспертов, технических решений, публикаций, возможных партнеров, заказчиков и и других сведений;
- организация единого семантического информационного пространства сотрудников предприятия для реакции на события, планирования проведения работ и оценки получаемых результатов;
- создание, редактирование и удаление онтологий, моделей и сцен в режиме коллективного использования:
 - по предметным областям работы предприятия;
 - по механизмам управления (используемым ресурсам и регламентам, стандартам, руководствам, рекомендациям, шаблонам оформления отчетных документов);
 - по проектам разработки новых продуктов и технологий;
 - по экспертам в предметных областях и т.д.;
- автоматическое достраивания сети ассоциативных связей между семантическими дескрипторами по различным понятиям и отношениям онтологии, отражающих их взаимное влияние, происхождение и развитие – для формирования семантической сети материалов предприятия с возможностями удобной навигации между ними;
- поддержка онтологического заполнения форм пользователями;
- поиск аналогов ситуаций, предлагаемых продуктов, а также организаций для кооперации и автоматического информирования о возможностях для кооперации;

- поддержка онтологического анализа содержательных, организационных и финансовых документов;
- автоматизация поиска и установления соответствия между проектами по семантическим дескрипторам и т.д.

Наличие онтологий деятельности позволит создавать каждому проекту, организации или сотруднику соответствующий семантический дескриптор (семантическую сеть понятий и отношений), который может быть использован для более точного поиска этой информации, выстраивания связей между ними и т.д.

Указанный инструментарий должен обеспечивать коллективный режим работы и дополнение концептов и отношений без останова работы системы.

Заключение

В работе предложен подход к созданию онтологий деятельности для ситуационного управления предприятиями в реальном времени, развивающий теорию интерсубъективных представлений акторов в ходе принятия коллективных решений.

Дан краткий обзор существующих методов и средств для создания онтологий и показаны их ограничения и направления развития.

Проведен концептуальный анализ деятельности предприятий, показывающих классы основных понятий и отношений для построения онтологий, моделей деятельности и ситуаций на предприятии. Показано, что использование предлагаемого подхода позволяет рассматривать деятельность предприятия в развитии, представляемом цепочкой квантов знаний субъективных «изобретений и открытий» сотрудников предприятия, отражаемых в их собственных персонифицированных базах знаний (онтологиях).

Преимущества предлагаемого подхода:

- возможность точного специфицирования ситуаций, возникающих в работе предприятия, для принятия согласованных решений;
- коллективное формирование наглядной, целостной развивающейся и взаимосвязанной картины работы предприятия;
- возможность автоматического достраивания сети ассоциативных связей между материалами предприятия между собой по различным понятиям и отношениям, отражающих их взаимное влияние, происхождение и развитие;
- повышение качества и эффективности управления посредством принятия согласованных решений;
- упрощение процесса работы для исполнителей;
- возможность удобной навигации по семантической сети задач и работ по типу гипертекстовой навигации;
- возможность быстрого смыслового поиска результатов работы сотрудников, повышающего востребованность получаемых результатов;
- автоматическое информирование о возможностях для кооперации сотрудников;
- широкие возможности для запросов на почти естественном языке в свободном формате, аннотирования, перевода результатов проектов и др.

Сформулированы требования к инструментальным средствам для построения онтологических моделей деятельности.

Показаны новые возможности и важные преимущества для предприятий от внедрения рассматриваемых методов и средств.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Виттих В.А. Управление ситуациями в сложных развивающихся системах с применением интерсубъективных теорий: препринт. – Самара: ИПУСС РАН, 2011. – 13 с.
- [2] Skobelev P. Multi-agent technology for real time resource allocation, scheduling, optimization and controlling in industrial applications (Invited Talk). – Proc. of Intern. Conf. on Holonic and Multi-Agent Systems (HoloMAS-2011) – Springer Verlag, France, Toulouse, 2011, pp. 5-14.
- [3] Брокгауз Ф.А., Ефрон И. Энциклопедический словарь: В 86 т. // - СПб, - 1890-1907.
- [4] Kant I. Lectures on metaphysics - Part III. Metaphysik L2 (1790-1791) / Translated and edited by Karl Ameriks, Steve Naragon // Cambridge: University Press, 1997. - P. 307 - 309.
- [5] Gruber T. The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases // Proc. of the 2 Intern. Conf.– 1991. - P. 601-602.
- [6] Гаврилова Т.А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем // СПб. – 2000. – 384 с.
- [7] Gruber T. Toward Principles for the Design of Ontologies // Intern. Workshop on Formal Ontology. - Padova, Italy. - March, 1993.
- [8] Gomez-Perez A., Benjamins V.R. Overview of Knowledge Sharing and Reuse Components: Ontologies and Problem-Solving Methods // Proc. of the IJCAI-99 workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods (KRR5), August 2. - Stockholm, Sweden. – 1999.
- [9] Guarino N., Welty Ch. A Formal Ontology of Properties // Proc. of 12 Int. Conf. on Knowledge Engineering and Knowledge Management. Lecture Notes on Computer Science, Springer Verlag - 2000.
- [10] Guarino N., Welty Ch. Ontological Analysis of Taxonomic Relationships // Proc. of ER-2000: The International Conference on Conceptual Modeling. - October, 2000.
- [11] Huhns M.N., Singh M. P. Ontologies for Agents // IEEE Internet Computing – 1997. - November – December. - P. 17-24.
- [12] Осипов Г.С. Приобретение знаний интеллектуальными системами: Основы теории и технологии // Проблемы искусств. интеллекта. М.: Наука, 1997. - 112 с.
- [13] Grand S., Cliff D. Creatures: Entertainment Software Agents with Artificial Life // Autonomous Agents and Multi-Agent Systems 1 .Т. 1, 1998. – С. 39 – 57.
- [14] Воинов А.В. Моделирование интуитивных рассуждений эксперта методами психосемантики и вывода с неопределенностью // Новости искусств. интеллекта. – 1998. - № 2. – С. 130-142
- [15] Berners-Lee T. etc. The Semantic Web // Scientific American - May - 2001.
- [16] McGuinness D.L. Ontologies Come of Age // The Semantic Web: Why, What, and How. - MIT Press, 2001.
- [17] Cranfield S., Purvis V. UML as an Ontology Modelling Language // Proc. of the IJCAI-99 Workshop on Intelligent Information Integration. - 1999.
- [18] Смирнов С.В. Онтологический анализ в системах компьютерного моделирования / Труды V международной конференции «Проблемы управления и моделирования в сложных системах. Самара: СНЦ РАН. – 2003. – с. 102 – 107.
- [19] Абрамов Д.В., Андреев В.В., Симонова Е.В., Скобелев П.О. Разработка средств построения и использования онтологий для поддержки процессов принятия решений / Труды VII международной конференции «Проблемы управления и моделирования в сложных системах. Самара: СНЦ РАН. – 2005. – с. 435 – 440.
- [20] Виттих В.А., Волхонцев Д.В., Гинзбург А.Н., Караваев М.А., Скобелев П.О., Сурнин О.Л., Шамашов М.А. Распределенные онтологии и их применение в решении задач интеграции данных / Труды VIII международной конференции «Проблемы управления и моделирования в сложных системах. Самара: СНЦ РАН. – 2006. – с. 451 – 459.
- [21] Виноградов И.Д. Применение онтологического подхода к построению интегрированных компьютерных моделей предприятий / Труды XI международной конференции «Проблемы управления и моделирования в сложных системах. Самара: СНЦ РАН. – 2009. – с. 218 – 224.
- [22] Farquhar A., Fikes R., Rice J. The ontolingua server: A tool for collaborative ontology construction // International Journal of Human-Computer Studies, 46(6), pages 707–728, 1997.
- [23] Musen, M. Domain Ontologies in Software Engineering: Use of Protégé with the EON Architecture // Methods of Inform. in Medicine, pages 540-550, 1998.
- [24] OntoEdit: Collaborative ontology development for the Semantic Web. Y. Sure, M. Erdmann, J. Angele, S. Staab, R. Studer, D. Wenke // In Proc. of the Inter. Semantic Web Conference (ISWC 2002), Sardinia, Italia, June 2002.
- [25] Bechhofer S., Horrocks I., Goble C., Stevens R. OilEd: A Reason-able Ontology Editor for the Semantic Web // Joint German/Austrian conf. on Artificial Intelligence (KI'01). Lecture Notes in Artificial Intelligence LNAI 2174, Springer-Verlag, Berlin, pages.396-408, 2001.
- [26] Domingue J. Tazebao and WebOnto: Discussing, Browsing, and Editing Ontologies on the Web // Proc. of the Eleventh Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management, KAW'98, Banff, Canada, 1998.

- [27] The CommonKADS Methodology. G. Schreiber, H. Akkermans, A. Anjewierden, R. Hoog, N. Shadbolt, W. Van de Velde, B. Wielinga // Knowledge engineering and management. MIT press, Massachussets, 1999.
- [28] Gavrilova T., Voinov A., Vasilyeva E. Visual Knowledge Engineering as a Cognitive Tool // Proc. of Intern. Work Conf. on Artificial and Neural Networks IWANN'99. – Spain, 1999. - P. 328-337.
- [29] Гаврилова Т. А. Визуальное проектирование баз знаний как гносеологический инструмент // 7 Нац. конф. по искусств. интеллекту с междунар. участием, КИИ'2000, Переславль-Залесский, 24-27 октября 2000: Тр. конф. Т. 1. - М.: Изд-во Физ.-мат. лит., 2000. – С. 241-246.
- [30] Pinto H. S., Gomez-Perez A., Martins J.P. Some Issues on Ontology Integration // Proc. of the IJCAI-99 workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods (KRR5). - 1999, August 2. - Stockholm, Sweden. 1999.
- [31] Noy N.F., Musen M.A. An Algorithm for Merging and Aligning Ontologies: Automation and Tool Support // AAAI-99 Workshop on Ontology Management. Also, SMI Technical Report SMI-99-0799.
- [32] Visser P., Tamma V. An Experience with Ontology-based Agent Clustering // Proc. of the IJCAI-99 workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods (KRR5). – 1999, August 2. - Stockholm, Sweden, 1999.
- [33] Смирнов С.В. Онтологический анализ предметных областей моделирования // Известия Самар. науч. центра РАН. – 2002. – Т. 3. - №1. - С. 62-70.
- [34] Евгеньев Г.Б. Онтология инженерных знаний // Информ. технологии. – 2001. - № 6. - С. 2-5.
- [35] Farquhar A., Fikes R., Rice J. Ontolingua Server: a Tool for Collaborative Ontology Construction // Intern. Journal of Human-Computer Studies. - № 46. – 1997. - P. 707-727.
- [36] Farquhar A., Fikes R., Rice J. Building a large Knowledge Base from a Structured Source: The CIA World Fact Book // IEEE Intelligent Systems. – 1999. - Vol. 14. - N. 1.
- [37] Noy N.F., Musen M. A. SMART: Automated Support for Ontology Merging and Alignment // Twelfth Banff Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling, and Management. - Banff, Alberta, Canada, 1999. Also, SMI Technical Report SMI-1999-0813.
- [38] Guarino N., Masolo C., Vetere G. OntoSeek: Content-Based Access to the Web // 70 1094-7167/99, IEEE Intelligent systems - 1999.
- [39] Крихель Т., Левин Д., Паринов С. Активный информационный робот как сетевой агент исследователя (на примере сети онлайн-ресурсов по экономике RePEc/RuPEc) // Тр. 1 Всерос. науч. конф. – СПб., 1999. - С. 104-111.
- [40] Травина Л.Л. Извлечение знаний у эксперта, основанное на технике репертуарных решеток Дж. Келли, в пространстве Всемирной паутины. Обработка текста и когнитивные технологии / Под ред. Соловьева В.Д. - Пушино. – 1999. - Вып. 3. – С. 219-221.
- [41] Уринцев А.И. Об использовании бизнес-объектов в рамках создания ЭИС. Корпоративные системы: Сб. науч. тр. // Моск. госуд. ун-т экономики, статистики и информатики – М. – 2000. - С. 52-56.
- [42] Зазовская А.А., Ломазова И. А. О сравнительной выразительности вложенных рекурсивных сетей Петри и алгебры процессов // Тр. 7 Нац. конф. КИИ'2000, Переславль-Залесский, 24-27 октября 2000. – Т. 1. - М.: Изд-во Физ.-мат. лит., 2000. – С. 305-314.
- [43] Аристотель. Собр. соч.: В 4-х т. // – М.: Мысль., 1976.
- [44] Философский энцикл. словарь // - М.: Сов. энцикл., 1983. - С. 521-522.
- [45] Богданов А.А. Тектология. Всеобщая организационная наука.– М.: Экономика, 1989.
- [46] Щедровицкий Г.П. Исходные представления и категориальные средства теории деятельности // Избр. тр.: Сб. - М.: Шк. Культ. Полит., 1995. - С. 232-298.
- [47] Щедровицкий Г.П. О различии исходных понятий «формальной» и «содержательной» логик // Избр. труды: Сб. - М.: Шк. Культ. Полит., 1995. - С. 34-49.
- [48] Виттих В.А., Скобелев П. О. Когнитивный подход к построению интеллектуальных систем для исследования технических объектов на основе принципа аналогий // Интеллект. системы в машиностроении: Матер. Всесоюз. науч.-техн. конф. по интеллект. системам в машиностроении. Ч. 3 // СамФ ИМАШ АН СССР. – Самара, 1991. - С. 53-57
- [49] Виттих В.А., Скобелев О.П., Скобелев П.О. Интеллектуальная система “Мир действий” и “Мир рассуждений” // Пути и методы совершенствования учебного процесса: Тез. докл. 2 Рос. науч. конф. — Самара: ПИИРС, 1993. - С. 50-51.
- [50] Виттих В.А., Скобелев О.П., Скобелев П.О. Интеллектуальная обучающая система для подготовки инженеров: прагматический подход // Сб. науч. тр. 3 конф. по искусств. интеллекту: В 2-х т. Т. 2. – Тверь. - 1992. - С. 36-43.
- [51] Скобелев П.О. Антропологический подход к построению интеллектуальных сред для обучения // Пути и методы совершенствования учеб. процесса: Тез. докл. 2 Рос. науч. конф. — Самара: ПИИРС, 1993. – С. 52-53.
- [52] Berdnikov L., Mayorov I., Sverkunov A., Skobelev P. MultiWorlds: Intelligent System for Practical Physics Study // Intern. Conf. on Computer Aided Learning (CAL-93). - University of York, 1993. – P. 172.

- [53] Андреев В.В., Ивкушкин К.В., Минаков И.А., Ржевский И.А., Скобелев П.О. Конструктор онтологий для разработки мультиагентных систем // Труды 3 Международной конференции по проблемам управления и моделирования сложных систем, Самара, 4-9 сентября 2001. – Самара: СНЦ РАН. – 2001. - С. 480-488.
- [54] Виттих В.А. Онтологии сложных систем – организаций // Препринт ИПУСС РАН. – Самара, - 1998. - № 3. – 15 с.
-

Сведения об авторе



Скобелев Петр Олегович, 1960 г. рождения. Окончил Куйбышевский авиационный институт им. С.П. Королёва в 1983 г., д.т.н. (2003). Ведущий научный сотрудник Института проблем управления сложными системами РАН, профессор кафедры «Инженерия знаний» Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики, учредитель, президент и генеральный конструктор Группы компаний «Генезис знаний». В списке научных трудов более 100 статей, 7 учебных пособий, 3 патента по мультиагентным системам для решения сложных задач в области логистики, понимания текстов, извлечения знаний и др.

Skobelev Petr Olegovich (b. 1960) graduated from the Korolyov Aerospace Institute (Kuibyshev-city) in 1983, D. Sc. Eng. (2003). Lead scientist at Institute for the Control of Complex Systems of the Russian Academy of Sciences, holding a part-time position of professor at Povolzhskiy State University of Telecommunication and Informatics Knowledge Engineering sub-department, owner, president and chief constructor of Knowledge Genesis Group of companies. He is co-author of more than 100 publications, 3 patents, 7 textbooks in multi-agent systems for solving complex problems the domain of real time logistics, text understanding, data mining and other.

Комментарии редакции:

Редакция сочла возможным разрешить автору опубликовать материал в большем объеме, чем рекомендовано в нашем журнале (не более 20 страниц) с целью дать возможность пытливым студентам, магистрантам и аспирантам познакомиться с обзором идей и работ, которые известны лишь узкому кругу отечественных специалистов.

УДК 004.415.2

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ СПЕЦИФИКАЦИИ КОНЦЕПТУАЛИЗАЦИЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

П.И. Соснин¹, В.А. Маклаев²

¹ Ульяновский государственный технический университет
sosnin@ulstu.ru

² ОАО ФНПЦ «Научно-производственное объединение «Марс»
mars@mv.ru

Аннотация

Совершенствование потоков работ, обеспечивающих спецификации концептуализаций, способствует повышению степени успешности проектирования современных автоматизированных систем. В статье предлагаются новые формы и средства спецификации, в основу которых положено оперативное построение и использование онтологии проекта в процессах его пошаговой детализации, вопросно-ответного анализа проектных задач и их моделирования как прецедентов.

Ключевые слова: автоматизированные системы, вопросно-ответное моделирование, проектный прецедент, псевдо-кодовое программирование, спецификация концептуализаций, онтология проекта.

Введение

Наиболее существенным индикатором зрелости инженерной деятельности определённого вида является реально наблюдаемая степень успешности её результатов, которую целесообразно определять статистически. В этом плане говорить о достаточной зрелости «*инженерии разработок систем, интенсивно использующих программное обеспечение* (Software Intensive Systems, SIS)» не приходится, поскольку степень успешности такой деятельности до сих пор чрезвычайно низка (около 35 %) [1], что приводит к безвозвратным ежегодным потерям в сотни миллиардов долларов.

Сам факт такого объёма финансовых потерь, независимо от подходов и способов оценок успешности, требует изменения существующего положения дел, основная причина которого *негативные проявления человеческого фактора* на ранних этапах проектирования SIS [2]. Перелома в положении дел разумно ожидать от достижения достаточной зрелости «*инженерии интеллектуальной активности проектировщиков в концептуальном проектировании SIS*». Другими словами, перелом не возможен без комплексной автоматизации концептуальной деятельности проектировщиков SIS.

Необходимость *инженерии концептуальной деятельности* осознана достаточно давно. Так, например, в практике разработок SIS такое осознание привело к созданию «*инженерии требований* (requirement engineering)», которая активно развивается последние 20 лет [3]. Более того, в настоящее время в практику *программной инженерии* активно внедряются методы и средства «*инженерии знаний* (knowledge engineering)» [4] и «*инженерии онтологий* (ontology engineering)» [5]. Каждая из названных инженерий вводит элементы автоматизации в концептуальную активность проектировщиков. Их согласованная интеграция и развитие должны привести к зрелой *инженерии разработок SIS*.

В статье представляется комплекс средств, предназначенный для спецификации концептуализаций, порождаемых коллективом проектировщиков в концептуальном проектирова-

нии SIS. Отличия предлагаемых средств от известных инструментальных решений определяют *вопросно-ответный подход* к коллективной концептуальной деятельности и её структуризация, в основу которой положены *прецеденты*, ориентированные на активное участие в их исполнении как разработчиков SIS, так и их пользователей. Особое место в статье отводится средствам (без деталей процессов) оперативного формирования и использования онтологий проектов SIS.

В завершение введения отметим, что в российской нормативной базе класс «Автоматизированных Систем (АС)» является родственным классу SIS и всё отмеченное выше для класса SIS справедливо и для класса АС. По этой причине все последующие предложения и рассуждения будут относиться к классу автоматизированных систем.

1 Исходные предпосылки

Особенности авторского подхода к спецификации концептуализаций обусловлены следующими исходными предпосылками:

- Необходимо учитывать и специфицировать *те и только те концептуализации*, которые находят *явное представление* в концептуальном проекте разрабатываемой АС_i. Такая установка предохраняет от бесконтрольного использования лексики в нормативных проектных документах и в рабочих текстах, регистрирующих оперативные рассуждения проектировщиков для индивидуального и общего пользования. Бесконтрольность употребления лексических единиц в процессе проектирования считается опаснейшим (потенциальным) источником концептуальных ошибок.
- *Спецификации* концептуализаций должны разрабатываться как специализированная автоматизированная система АС^К_i, представляющая разрабатываемую АС_i концептуально и предназначенная (как концептуальный проект в его текущем состоянии), в первую очередь, для обеспечения *адекватного понимания их содержания* проектировщиками и другими лицами, заинтересованными в разработке АС.
- Основным *системообразующим ядром* системы спецификаций АС^К_i должна быть *онтология проекта*, которая создаётся в процессе специфицирования концептуализаций как *специализированная автоматизированная система* АС^О_i, предназначенная для представления концептуального базиса (концептуальных конструкторов), на основе которых строится система АС^К_i. Разработку АС_i должна сопровождать *её и только её онтология проекта* АС^О_i, в построении которой целесообразно использовать концептуальные конструкторы из любых полезных источников.
- *Системообразующей основой* системы концептуальных конструкторов АС^О_i должна быть *система понятий*, сопровождающих разработку концептуального проекта АС_i. Онтология проекта АС^О_i должна быть материализована в виде, который обеспечивает потенциальное использование её конструкторов в разработках родственных {АС_j}.
- Спецификации должны быть материализованы в *интерактивной форме*, способствующей *различным группам их пользователей* взаимодействовать со спецификациями так, чтобы адекватным образом понять их концептуальное содержание на любом этапе жизненного цикла АС_i.
- Адекватность понимания спецификаций, представляющих концептуальные конструкторы с *алгоритмическим содержанием*, должна достигаться, при необходимости, с помощью *имитационных экспериментов* с прототипами. *Проектировщик* в таких экспериментах должен выполнять роль «процессора».
- *Форма материализации спецификаций* должна быть такой, чтобы их было легко *корректировать*, если в них обнаружены ошибки или элементы, затрудняющие их понимание.

- Содержание, вложенное в спецификации, должно быть *достаточным для успешного построения* всех составляющих разрабатываемой АС.

Содержание предпосылок было использовано как основной источник требований при разработке комплекса средств, обеспечивающего построение и использование онтологии проекта разрабатываемой АС. Этот комплекс создан в виде совокупности специализированных расширений (plug-ins) инструментальной среды WIQA (Working In Questions and Answers), предназначенной для концептуального проектирования АС коллективом разработчиков.

2 Инструментальная среда концептуального проектирования

Инструментальная среда WIQA изначально разрабатывалась для моделирования совокупностей типовых и предметных проектных задач, которые приходится решать разработчикам АС. Как источник типовых задач были использованы типовые задачи потоков работ концептуального проектирования в мастер-методологии Rational Unified Process (RUP) [6]. По предназначению и содержанию WIQA разрабатывалась как специализированная АС^Т технологического типа.

При использовании инструментария WIQA в концептуальном проектировании конкретной АС_і с ней связывалась исходная (корневая) предметная задача Z^*_i разработки АС^К_і, для построения решения которой применялся метод пошаговой детализации. Пошаговая детализация была ориентирована на порождение подчинённых задач и активное использование в процессе поиска решения вопросно-ответных рассуждений проектировщиков и типовых (технологических, служебных) проектных задач. Более того, любая задача проектирования (корневая, предметные подчинённые и типовые подчинённые) в процессе решения представлялись вопросно-ответными моделями (Question-Answer models, QA-models, QA-моделями), каждая из которых содержала текущее состояние вопросно-ответных рассуждений (QA-рассуждений), использованных в построении решения соответствующей задачи. Именно из QA-рассуждений проектировщиками извлекались очередные подчинённые задачи пошаговой детализации. Обобщённая схема такой версии концептуального проектирования приведена на рисунке 1.

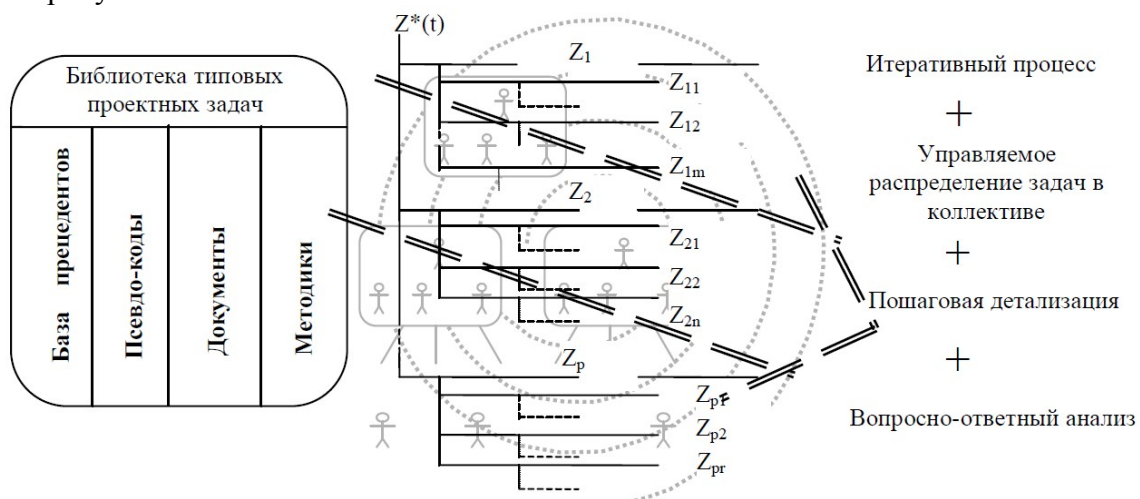


Рисунок 1 - Пошаговая детализация в концептуальном решении задач проектирования

Одной из важнейших особенностей представленной версии концептуального проектирования является потенциальное применение всех средств инструментария WIQA к любой задаче Z_i дерева $T(\{Z_i\})$ проектных задач $\{Z_i\}$, если в этом будет необходимость. В таком применении задача Z_i представляется её QA-моделью $QA(Z_i)$, обобщённая структура видов которой приведена на рисунке 2.

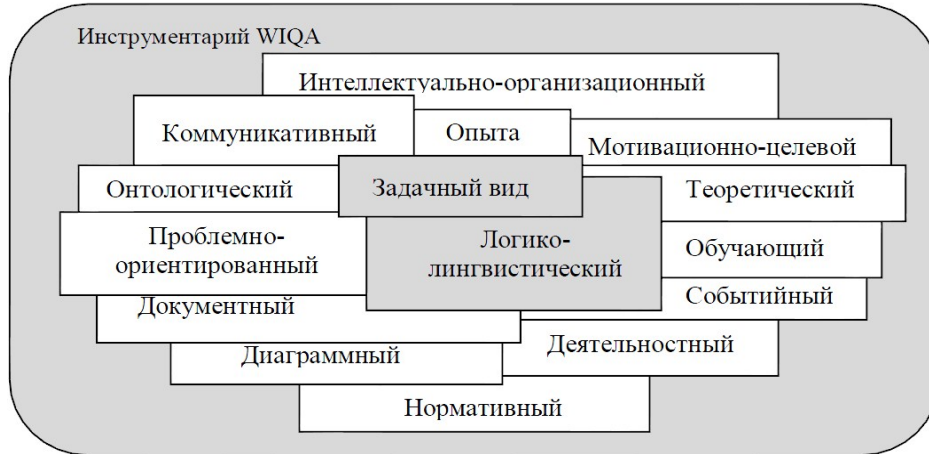


Рисунок 2 - Система видов QA-модели задачи

Все виды интерактивно доступны с любого рабочего места группы проектировщиков (разумеется, в рамках полномочий). Каждый вид содержит декларативную часть (артефакты вида) и процедурную часть (средства формирования и использования артефактов), которые подробно раскрыты в [7]. Центральное место в QA-модели занимают задачный и логико-лингвистический виды, представляющие систему постановок задач и вопросно-ответную структуризацию их решений с поясняющими диаграммными схемами и иллюстрациями других типов (если необходимо или полезно). Интерфейсная форма доступа для задачного вида и логико-лингвистического вида (в форме протокола QA-рассуждений) представлена на рисунке 3.

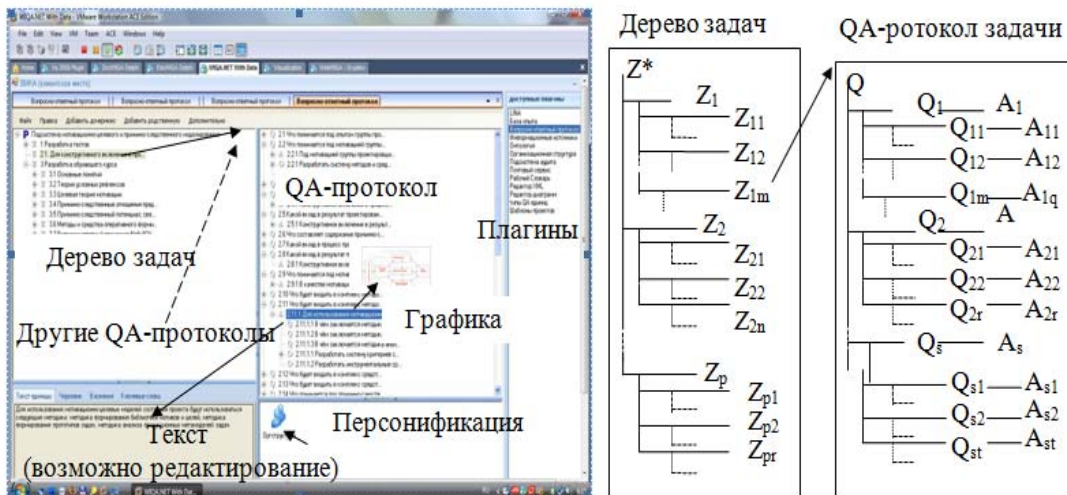


Рисунок 3 - Структура и представление задач и их QA-моделей

Более детально, любое образование любого из Z-, Q- или A-типов представляет собой интерактивный объект, для обозначения которого введём символику $Ob_QA.I$, где QA.I – индексное имя задачи, вопроса или ответа, специфицирующее тип и место объекта в иерар-

хии объектов (отметим, что задача тоже вопрос, но «задачного типа», ответом на который является решение задачи).

Свойства любого из объектов $\{Ob_QA.I\}$ открываются в интерактивном взаимодействии с проектировщиком. Та часть любого QA-объекта, которая визуальна доступна на интерфейсной форме рисунка 3, выступает в роли «посредника» между объектом и проектировщиком, открывающим ему доступ к любому из свойств объекта или любой их группе, если в этом появляется необходимость. Затребованные свойства доступны через команды интерфейса и плагины. Любой «посредник» открывается перед проектировщиком через его текстовое описание (постановка задачи, формулировка вопроса или ответа) и индексное имя, представляющее тип (или подтип) объекта и его «место» в иерархии дерева задач или QA-протокола. Индексное имя полезно интерпретировать и использовать как «адрес» объекта в их системе (в вопросно-ответной базе, QA-базе.)

В совокупности свойств любого QA-объекта, например $Ob_Z.I$, $Ob_Q.J$ или $Ob_A.K$, различаются:

- базовые свойства, каждое из которых представляется с помощью соответствующего атрибута QA-базы;
- дополнительные свойства (дополнительные атрибуты), которые вводятся адресно, то есть приписываются конкретному QA-объекту или их определённой группе с помощью средств объектно-реляционных преобразований (специальное расширение в инструментари $WIQA$).

Потенциал QA-моделирования, вложенный в инструментарий $WIQA$, достаточен для представления концептуализаций любых типов (тексты, таблицы, диаграммы, диаграммные схемы и композиции отмеченных форм), а также любого содержания, которые используются в проектировании AC_i . Всё связанное с использованием языка проекта, интерактивно доступно с рабочих мест проектировщиков, участвующих в разработке AC_i .

Особое место в осуществлении концептуализаций занимает текстовая информация, используемая в каждом $Ob_QA.I$ и являющаяся его составной частью, для обозначения которой введём следующую символику $L.I(t) = Pr^L(Ob_QA.I(t))$, где Pr^L – проекция объекта на использование языка проекта AC_i , t – момент времени жизненного цикла объекта $Ob_QA.I(t)$. В обозначении учтено, что каждый объект $Ob^T_QA.I(t)$ является динамическим конструктом, который формируется (порождается) по ходу проектирования AC_i . Часть $L.I(t)$ соответствующего QA-объекта также является динамическим конструктом.

В общем случае проекция $L.I(t)$ включает следующие составляющие:

- $T.I(t, t_n)$ – текущее описание объекта, зарегистрированное в момент времени t_n и доступное проектировщику непосредственно через интерфейсную форму, представленную на рисунке 3;
- $T.I(t_{n-1})$ – все предыдущие версии описания объекта, изменения которых раскрывают динамику формирования описания;
- $DC(t, t_n)$ – черновик (draft copy), раскрывающий «черновые записи», включая информационные источники, на основе которых сформировано состояние $T.I(t, t_n)$;
- другие употребления языка проекта, которые раскрываются при использовании плагинов, применимых для объекта $Ob_QA.I$;
- для объекта $Ob_QA.I$, в составе которых имеются подчинённые, проекция L каждого из подчинённых включается в $L.I(t)$, но её содержимое становится доступным при выборе этого подчинённого объекта.

При порождении (построении) концептуализаций среди названных составляющих особое место занимает система $S(\{T.I(t, t_n)\})$, объединяющая (как это показано на рисунке 3) текущие описания всех объектов, сформированных и используемых в процессе проектирования

AC_i в текущий момент времени. Именно лексика этой системы и является лексикой языка проекта, употребления которой должно быть обязательно доведено до *явных референций* на то, что найдёт материальное воплощение в AC_i . Именно из составляющих системы $S(\{T.I(t, t_n)\})$ и их содержания должна разрабатываться *онтология проекта*.

3 Процесс концептуализации

Жизненный цикл любой AC_i начинается с осознания определённой связанной совокупности потребностей, выраженной и зарегистрированной в текстовой форме (пусть текстом T_0) на естественном или естественно-профессиональном языке. Если реакция на выделенную совокупность потребностей приведёт к решению о разработке AC_i , то с этого текста T_0 начнётся процесс концептуализации её проекта.

Если процесс начинается в среде WIQA, то текст T_0 оформляется как исходная постановка задачи $Z^*(AC_i)$, регистрируемая в дереве задач проекта AC_i в виде текста $T^*I(t_0, t_0)$, форма и содержание которого должна удовлетворять определённым требованиям [8]. В этом плане текст $T^*I(t_0, t_0)$ является исходной (первой) концептуализацией проекта AC_i . По ходу разработки текст $T^*I(t, t_0)$ без изменения формы корректируется и уточняется, его лексика приводится к языку проекта, а содержание специфицируется. Так как задаче Z^* подчинены все остальные задачи проектирования AC_i , то спецификацией этой концептуализации логично считать концептуальный проект AC_i .

Выше было отмечено, что проектирование осуществляется в формах пошаговой детализации, в которой к любой задаче дерева задач, формируемого по ходу проектирования (по ходу пошаговой детализации), применимы все необходимые средства инструментария WIQA. В результате строится QA-модель задачи, включающая концептуализации и их спецификации, вложенные в соответствующие виды модели (рисунок 2). Формы концептуализации задачного и логико-лингвистического видов представлены выше. Остальные формы раскрываются, заполняются концептуализациями, специфицируются и интерактивно доступны с помощью специализированного набора плагинов, встроенных в WIQA.

Общим для всех форм концептуализации является то, что они ориентированы на единообразную интерпретацию любой задачи дерева задач – за *задачей стоит проектный прецедент*, который либо применяется в той «точке» дерева задач, где он расположен, либо строится для повторных применений в будущем, например, пользователем проектируемой AC_i . Прецедент – это *активность* человека или группы лиц, связанная с действием или решением или поведением, осуществлённым в прошлом, которая полезна как *образец для повторных использований* и/или *оправдания повторных действий* по такому образцу [9].

Любой прецедент для обеспечения его повторных применений должен быть подготовлен. Другими словами для повторного осуществления прецедента должна быть создана его модель (схема), применение которой позволит исполнителю или исполнителям повторить закодированные в модели прецедента действия. Учитывая то, что прецеденты лежат в основе человеческого опыта, в который их модели включаются подобно условным рефлексам, а вернее интеллектуально обработанным условным рефлексам, инструментарий WIQA настроен на типовую модель прецедента [10] с обобщённой (интегральной) схемой, представленной на рисунке 4.

В набор практически полезных моделей прецедента, порождаемых в процессе его разработки, включены:

- *текстовая модель P^T* , представляющая постановку задачи $Z(P_i)$, в результате решения которой создан образец прецедента (как определённый результат интеллектуального освоения реального прецедента);

- логическая модель P^L , конкретизирующая типовую логическую модель (представлена на рисунке 4) в виде формулы логики предикатов, записанной на языке постановки задачи P^T ;
- графическая модель прецедента P^G , представляющая его обобщённо с использованием «block and line» средств (например, диаграммы активности на языке UML);
- вопросно-ответная модель P^{QA} , соответствующая задаче $Z(P_i)$;
- модель P^I , представляющая вложенное в прецедент поведение исходным кодом его программы;
- модель P^E , выводящая на исполняемый код программы, кодирующей образец прецедента;
- интегральная (схематическая) модель прецедента P^S в виде его схемы, объединяющей все специализированные модели прецедента в единое целое.

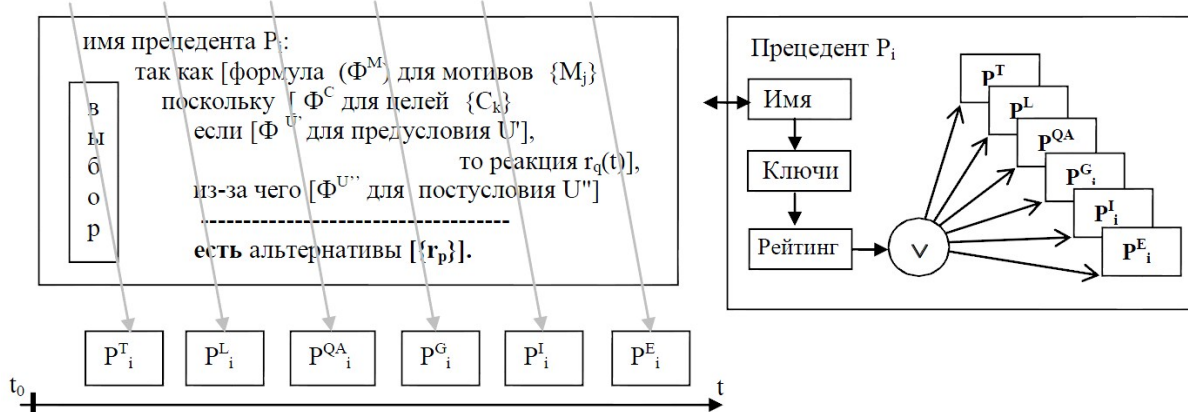


Рисунок 4 - Модель прецедента (жизненный цикл и интегральная схема)

Представленная типовая модель прецедента (совокупность специализированных моделей и их объединение) используется для представления как прецедентов разрабатываемой АС_i, так и для представления прецедентов технологии, включая, например, прецеденты документирования и использования стандартов. Другими словами, прецедентный подход систематически применяется для задач формирования и использования всех видов, включённых в QA-модель задачи (рисунок 2).

Система видов QA-модели и типовая модель прецедента специфицированы так (содержат совокупность декларативных и процедурных форм), чтобы с их помощью можно было специфицировать концептуализации любых типов и любого содержания, которые было решено включить в концептуальный проект АС_i. С их помощью можно выразить и специфицировать концептуализации функциональных и нефункциональных требований, ограничений и принятых решений с декларативным и алгоритмическим содержанием.

4 Средства формирования и использования онтологий проектирования

В концептуализации АС_i особое место занимает лексика $L^I(t)$ языка проекта $L^II(t)$, для спецификации которой используется онтология проекта $АС^O_i(t)$. С инструментальной средой WIQA как специализированной АС^T также связана лексика её языка L^{WIQA} и онтология $WIQA^O(t)$, развиваемая за счёт расширений (WIQA открытая система инструментальных средств). Так, что проектировщикам в их оперативной работе приходится использовать два связанных языка $L^II(t)$ и L^{WIQA} , согласованных с онтологиями $АС^O_i(t)$ и $WIQA^O(t)$. На проектировщиках лежит ответственность только за формирование языка $L^II(t)$ и онтологии $АС^O_i(t)$. Вся информация, необходимая и достаточная для таких построений, а вернее для построения текущих состояний $L^II(t)$ и $АС^O_i(t)$, присутствует в системе $S(\{T.I(t, t_n)\})$.

В общем случае построения $L^{\Pi}(t)$ и $AC^O_i(t)$ начнет осуществляться с «пустых» состояний, но в любом случае и в любом и в любом их состоянии в основу развития языка и онтологии в WIQA положен предикативный анализ простых предложений, извлекаемых из текстов системы $S(\{T.I(t, t_n)\})$. Обобщённая схема формирования онтологии $AC^O_i(t)$ приведена на рисунке 5.

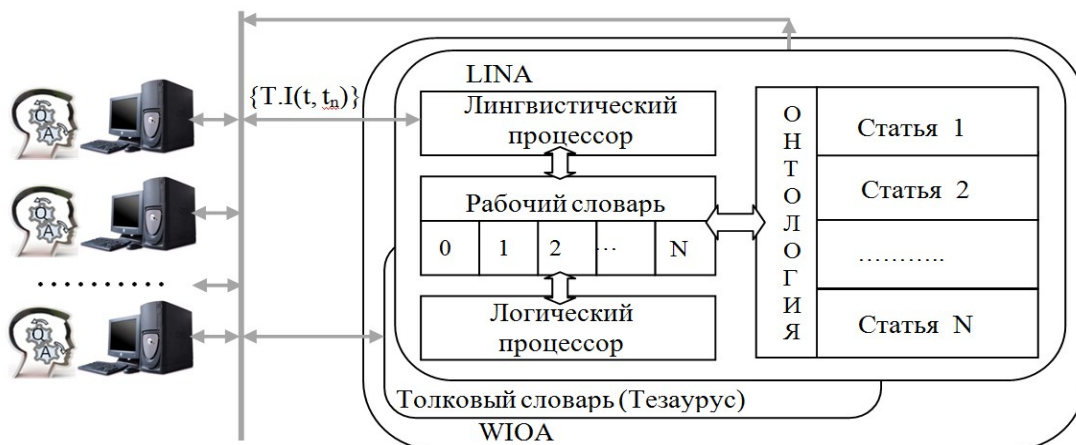


Рисунок 5 - Обобщённая схема формирования онтологии проекта

Средства предикативной обработки текстовой информации, вложенной в поток $\{T.I(t, t_n)\}$, доступны как «Лингвистический процессор» с каждого рабочего места проектировщиков, разрабатывающих AC_i . Эти средства объединены с другими (Рабочий словарь, Логический процессор, Онтология), представленными на рисунке 5, в единый комплекс LINA (Linguistic In Nominative Activity), обслуживающий логико-лингвистические потоки работ с языком проекта и его употреблениями. Комплекс LINA обеспечивает формирование языка проекта $L^{\Pi}(t)$ и его материализацию в виде онтологии $AC^O_i(t)$ в процессах контроля текстов постановок проектных задач и текстов формулировок требований, ограничений и проектных решений. Другими словами, существенные действия по построениям $L^{\Pi}(t)$ и $AC^O_i(t)$ включены в процессы контроля тех текстов в процессе проектирования и проекте, которые в обязательном порядке должны быть проверены на их *правильность*.

Когда (в определённых приложениях) вводится оценка «правильность», предполагается, что её значения можно проверить или явно или неявно. В рассматриваемом случае «правильность» введена для оценивания «понимания» теми лицами (субъектами, обозначим $\{Sb_i\}$), которые используют или будут использовать постановки задач и формулировки требований, ограничений и проектных решений. Для успешности коллективного проектирования «правильность» должна быть проверяемой. Один из важнейших типов проверок на «правильность» должен быть связан с «достаточной степенью единообразного понимания», когда при взаимодействии любого Sb_i с выбранной единицей $T.I(t, t_n)$ у него отсутствуют весомые причины для *исправления* $T.I(t, t_n)$ или составляющих этой единицы. Более того, если такие причины имеются, то Sb_i обязан объяснить *что, как и почему* должно быть *исправлено*. Разумеется, для того, чтобы исправлять, то, что исправляется, должно быть написано.

К числу важнейших проверок на «правильность» относится и связь проверяемой единицы $T.I(t, t_n)$ «с её материальным представлением в проектируемой AC ». Специфицируются только те концептуализации, которые обязательно найдут своё материальное воплощение в созданной AC . Более того, в такие спецификации должна вкладываться информация о референции, например, в форме адресных указаний на (все) материализации специфицируемой концептуализации. Разумеется, в спецификации должны присутствовать и указания на кон-

цептуализируемые (моделируемые) референты (по крайней мере, в виде примера или примеров).

Таким образом, для построения онтологии проекта необходимы средства, обеспечивающие контроль на *правильность* текстовых описаний, в первую очередь, в представленном выше смысле. В комплексе средств LINA контроль за *правильностью* лексики текста $T.I(t, t_n)$ обслуживает лингвистический процессор. Правильность лексики контролируется на уровне простых предложений в контексте их употребления. Поэтому на лингвистический процессор ложится задача анализа текста $T.I(t, t_n)$, для решения которой используется его автоматизированный перевод на язык логики предикатов простых предложений. Проверяемые семантические составляющие простого предложения $ПП_{ijk}$, где i - индекс текста, j - индекс (номер) сложного приложения в тексте, k - индекс простого предложения в сложном, представлены на рисунке 6.

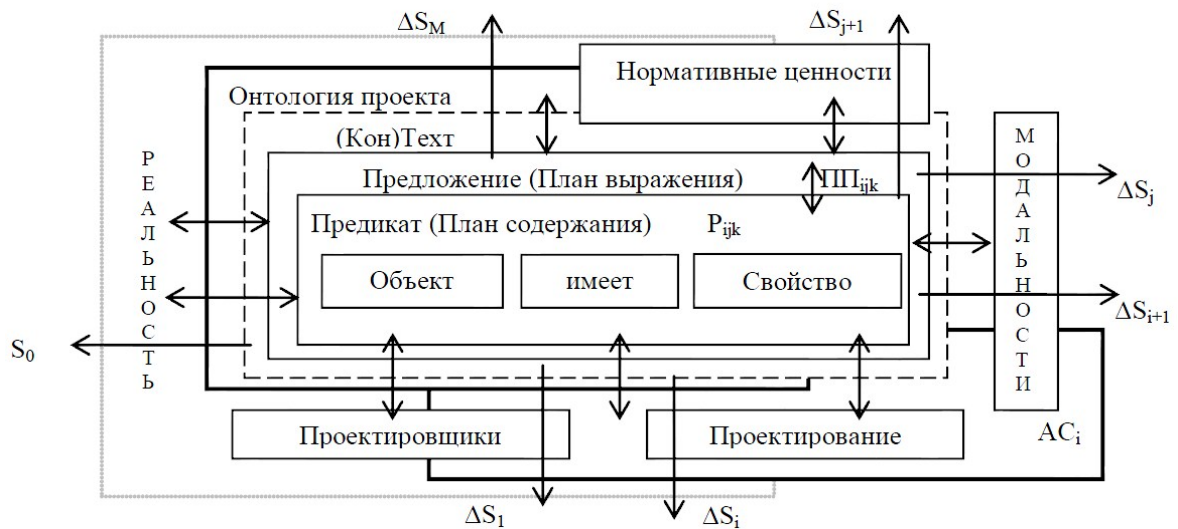


Рисунок 6 - Структура семантики простого предложения $ПП_{ijk}$

Семантическая модель $S(ПП_{ijk})$, используемая для спецификации его концептуального содержания, определена как аддитивная совокупность составляющих

$$S(ПП_{ijk}) = S_0(ПП_{ijk}) + \sum \Delta S_m(ПП_{ijk}),$$

в число которых включены:

$S_0(ПП_{ijk})$ – предикатная модель PP_{ijk} , прошедшая проверку на соответствие онтологии;

$\Delta S_1(ПП_{ijk})$ – синтаксемные характеристики [2] предложения $ПП_{ijk}$;

$\Delta S_2(ПП_{ijk})$ – вероятностные характеристики $ПП_{ijk}$;

$\Delta S_3(ПП_{ijk})$ – характеристики нечёткости свойства или отношения, названного в $ПП_{ijk}$;

$\Delta S_4(ПП_{ijk})$ – причина управляющего воздействия на процесс проектирования;

$\Delta S_5(ПП_{ijk})$ – вариант интерпретации проектировщиком содержания $ПП_{ijk}$.

Реальность семантического анализа $ПП_{ijk}$ и проверок такова, что «вычисления» семантических составляющих могут быть прерваны из-за различных объективных причин (новое понятие, непонимание, неполнота знаний, преждевременность предикации, ...). Часть из этих причин приводит к вопросам, на которые следует найти ответ или построить его (развитие онтологии, управление процессом проектирования).

Контроль за *правильностью* текстов и их фрагментов типов «сложное предложение» или «группа сложных предложений» (например, абзац) обслуживается с помощью «Логического процессора», с помощью которого проектировщик решает задачу синтеза формулы логики предикатов для текста $T.I(t, t_n)$ или его фрагмента. Для контроля за *правильностью* формулы используется автоматизированное построение её диаграммного (block and line) представле-

ния. Для сборки простых предикатов в формулы используется библиотека шаблонов «сложных предложений, состоящих из двух простых» для русского языка. Формулы специфицируют концептуальное содержание текстов и их фрагментов. Построение каждой конкретной формулы осуществляется проектировщиком в операционной обстановке с использованием средств визуального редактирования.

Принципиальным типом формул логики предикатов для текстовых единиц является логическая модель P^L проектного прецедента P , построенная на основе его текстовой модели P^T . Одним из применений формулы P^L является её использование для построений формулы P^A доступа к прецеденту. В простейшем виде формула P^A может представлять собой И-связку « $k_1 \& k_2 \& \dots \& k_N$ » ключей $\{k_n\}$ доступа. Именно такой вид логического доступа (обозначим его $f^1(\{k_n\})$) используется в комплексе WIQA для «грубого» доступа к прецедентам. Для повышения степени избирательности в комплексе WIQA предусмотрено построение формул доступа типа $f^2(\{k_n\})$, в которых ограничения на использование логических операций сняты.

В осуществлении потоков работ, исполняемых с помощью лингвистического и логического процессоров, используются компоненты «Рабочий словарь», «Онтология» и «Толковый словарь», который не включён в комплекс LINA. Компонента «Рабочий словарь», выполняет функции «мягкой» версии онтологии, аккумулирующей всю извлечённую на текущий момент времени онтологическую информацию, для её распределения по статьям «Онтологии».

Каждая статья «Онтологии» включает информацию, проверенную в процессах контроля правильности и используемую в очередных процедурах контроля правильности. Более того, компонента «Онтология» содержит средства, обеспечивающие выполнение потоков работ для систематизации статей онтологии. В «Онтологии» поддерживается систематизация по следующему набору отношений «часть-целое», «род-вид», «ассоциация».

Компонента «Толковый словарь» включена в состав инструментария WIQA для исполнения традиционной нагрузки, возлагаемой на тезаурусы. В толковый словарь включают лексику и её определения (разных видов), к которой не предъявляют таких же жестких требований, как к лексике языка проекта $L^P(t)$. В частности, в этот словарь вынесена лексика языка L^{WIQA} , ориентированная на её использование проектировщиками AC_i .

5 Средства псевдо-кодовой спецификации онтологических конструкторов с алгоритмическим содержанием

Основу лексики языка проекта составляют лексические единицы, которые используются в спецификациях проектных прецедентов, а вернее, используются в представлении их моделей, в состав которых входят модели P^I и P^E . Для представления этих моделей в концептуальном проектировании, то есть для их концептуального представления и специфицирования, в состав комплекса WIQA включены средства псевдо-кодового программирования. В каждой псевдо-кодовой программе специфицирован определённый объём использования естественного (или естественно-профессионального) языка в его алгоритмическом употреблении.

Отметим, что в типологии определений понятий выделяют, например, операциональные определения (процедуры измерения физических величин и других понятий), генетические определения (процедуры порождения определяемых объектов) и алгоритмические определения (алгоритмические схемы определяемых объектов).

Без использования понятий, содержание которых раскрывают определения отмеченных типов, невозможно создавать модели проектных прецедентов, так как:

- в проверках условий доступа нельзя полагаться на умозрительное оценивание того, что стоит за понятиями, входящими в ключи доступа $\{k_n\}$ и логические формулы $f^1(\{k_n\})$ и $f^2(\{k_n\})$, а следует использовать конструктивные вычисления их значений;
- реакции $r_q(t)$, кодируемые в моделях прецедентов, в общем случае состоят из совокупности действий $S(\{d_{pq}(t)\})$, связанных условиями их выполнения (например, последовательное выполнение действий, циклические выполнения, условные версии продолжения активности).

Особо важным является и то, что исполнение действий $\{d_{pq}(t)\}$ реакции $r_q(t)$, предусмотренных их описанием в модели прецедента, может осуществляться человеком или группой лиц, использующих инструменты (например, компьютеры) или нет. А значит, алгоритмическое представление $S(\{d_{pq}(t)\})$ для его исполнения в человеко-компьютерной среде (возможно с инструментами других типов) возможно, но оно должно ориентироваться на его исполнение связанной совокупностью «процессоров», включающих в самом простом случае человека, выполняющего роль «процессора» («интеллектуального процессора», I-процессора), и компьютерного процессора (К-процессора).

В предлагаемом подходе к специфицированию концептуализаций любой проектный прецедент представляется в виде нормативной модели (рисунок 1), визуальные формы которой ориентированы на взаимодействия с проектировщиками, выполняющими функции I-процессоров, использующих в таких взаимодействиях К-процессоры. Модели проектных прецедентов и их составляющих включаются в онтологию проекта в обязательном порядке. Именно по названным причинам в состав средств комплекса WIQA для представления алгоритмического содержания прецедентов введены средства псевдо-кодowego программирования.

Комплекс средств псевдо-кодowego программирования включает:

- 1) Язык псевдо-кодowego программирования «WIQA», конструкторы которого ориентированы на создание псевдо-кодowych программ, согласованно исполняемых в инструментальной среде WIQA совокупностью I-процессоров и К-процессоров, используемых в процессах концептуального проектирования АС. В выборе названия языка (псевдо-кодовой алгоритмический язык «WIQA») было учтено, что этот язык является встроенным алгоритмическим языком инструментария WIQA (инструментария, обслуживающего процессы концептуального решения задач). Кроме уже отмеченной специфики, язык WIQA позволяет: приписывать необходимую семантику традиционным типам данных; разрабатывать объектно-ориентированные псевдо-кодowe программы; разрабатывать прототипы программных решений, учитывающих обращения к базам данных. Так как имеется возможность настройки лексики языка «WIQA» на проект конкретной АС_i, то можно считать, что язык WIQA входит в состав языка L^{WIQA} как его составная часть, формализующая естественно-профессиональный язык (проекта) в его алгоритмическом употреблении.
- 2) Инструментальную среду псевдо-кодowego программирования в следующем составе:
 - Редактор псевдо-кодowych программ, обеспечивающий построение исходного кода программ на языке WIQA и его автоматическое преобразование в форму QA-протокола программируемой задачи. Адресация в протоколе (вопросно-ответная индексация операторов программы) может быть привязана проектировщиком к точке загрузки в дерево задач или к хранению программы в библиотеке псевдо-кодowych программ. Для объявления переменных используется вызов «Мастера объявлений», настроенный на традиционные типы данных, но позволяющий расширять атрибутику объявления проектировщиком (например, вводить атрибутику, определяющую семантические характеристики переменной).
 - Компонента «Дополнительная атрибутика», предназначенная для объектно-реляционного преобразования QA-объектов, в которые вложены операторы псевдо-кодовой программы. Именно за счёт функционала этой компоненты проектировщик (выполняющий роль про-

граммиста на языке WIQA) может приписать любому QA-объекту дополнительные атрибуты, в частности атрибуты типа для специфицируемой переменной.

- Интерпретатор псевдо-кодовых программ, предоставляющий возможность I-процессору исполнять программу шаг за шагом, контролируя оперативные результаты исполнения операторов. Интерпретатор позволяет проектировщику выделить группу операторов программы и автоматически их выполнить. Исполнение программы (под контролем «Системы прерываний» инструментария WIQA) может быть прервано на любом шаге с возможностью возврата в «точку прерывания».
- Компилятор псевдо-кодовых программ, обеспечивающий выполнение программ K-процессором в соответствии с алгоритмов, вложенным в программу. К такому режиму исполнения определённой программы логично переходить в условиях, когда её исполнение в режиме интерпретации I-процессором доведено до автоматизма (многократное исполнение доведено до навыка).
- Компонента «Графический редактор диаграммных схем с интерактивностью», предоставляющая возможно «зарисовывать» интерфейсы для интерактивного связывания совокупностей псевдо-кодовых программ с возможностью передачи между ними данных. Редактор позволяет включать в комплексы программ такого рода необходимые ехе-коды, если они есть и необходимы, а также вызов для демонстрации файлов, например dos-файлов.

Представленные возможности псевдо-кодовой спецификации концептуализаций полезны не только для представления алгоритмической семантики сложных концептов в онтологии проекта. С их помощью можно создавать исполняемые прототипы проектных решений, допускающие их имитационное моделирование, например, для проверки их *правильности*.

В завершение пункта и не более, чем с демонстрационными целями, представим одну из псевдо-кодовых процедур программы, обслуживающей диагностику и ремонт приборного блока:

Q 1.12 PROCEDURE &Отказ_ВМС&

Q 1.12.1 ENDPROC &Отказ_ВМС&

Q 1.12.2 CALL &Отключить_прибор&

Q 1.12.3 CALL &Заменить_ВМС&

Q 1.12.4 CALL &Включить_прибор&

Q 1.12.5 INPUT &indSETVMS&

Введите 1, если индикатор СЕТЬ на лицевой панели ВМС светится, 0, если не светится.

Q 1.12.6 INPUT &indTGVMS&

Введите 1, если индикатор ТГ на лицевой панели ВМС светится, 0, если не светится.

Q 1.12.7 INPUT &indFACEVMS&

Введите 1, если есть изображение на лицевой панели ВМС, 0, если нет.

**Q 1.12.8 IF (&indSETVMS& == 1) && (&indTGVMS& == 1) && (&indFACEVMS& == 0)
THEN GOTO &UVS01FAIL&**

Q 1.12.9 LABEL &UVS01FAIL&

Q 1.12.9.1 Неисправность: Неисправность УВС.01

Q 1.12.9.2 CALL &Отключить_прибор&

Q 1.12.9.3 CALL &Заменить_УВС_01&

Q 1.12.10 Неисправность: Неисправность ВМС

Q 1.12.11 CALL &Отключить_прибор&

Q 1.12.12 RETURN

В представленной процедуре, и в проверке условий и в действиях, основная нагрузка ложится на человека (оператора, инженера в роли I-процессора), ответственного за надёжную работу блока, в составе определённой АС. Действия процедуры считываются I-процессором с экрана монитора и выполняются шаг за шагом (под контролем интерпретатора) в соответствии со складывающейся обстановкой в диагностике блока.

Заключение

В статье представлен комплекс средств спецификации концептуализаций, порождаемых и используемых в процессах проектирования автоматизированных систем. Основное внимание сосредоточено на средствах, обслуживающих концептуальный этап проектирования, на котором концептуальные ошибки наиболее опасны и дорогостоящи. Детали использования средств из интересов статьи (в основном из-за её объёма) исключены.

Для спецификации концептуализаций, порождаемых в процессе пошаговой детализации проектных задач, разработана система интерактивных вопросно-ответных форм, заполняемых информационным содержанием – дерево проектных задач, вопросно-ответная модель задачи, вопросно-ответное представление проектного решения. Особое место в спецификациях отведено типовой модели прецедентов, поскольку основным предназначением спецификаций концептуализаций является их повторное многократное использование как в процессе разработки АС, так и в процессах её эксплуатации. К числу важнейших задач повторного использования концептуализаций отнесены задачи их единообразного понимания членами группы разработчиков и другими лицами, заинтересованными в создании АС и участвующими в её эксплуатации.

Центральное место в спецификациях концептуализаций отведено онтологии проекта, в статьях которой регистрируются базовые концепты (определения лексики проекта) и другие концептуальные конструкты (состоящие из связанной совокупности базовых концептов), материализованные в разрабатываемой (разработанной) АС. Средства формирования базовых концептов онтологии ориентированы на предикативный анализ *правильности* употребления лексики в текстах постановок задач, формулировок проектных решений и ограничений. В процессе анализа используются предикатные формы простых предложений. Для формирования составных концептуальных конструкций разработаны средства синтеза их формул в логике предикатов, для построения которых используются предикатные модели сложных предложений, состоящих из двух простых. Для составных концептуальных конструкций предусмотрено их разбиение на две (связанные ссылкой) части, одна из которых включается в онтологию, а другая либо в библиотеку, либо в базу прецедентов.

Для формирования концептуальных конструктов с алгоритмическим содержанием разработан комплекс средств их псевдо-кодowego программирования на специализированном языке «WIQA», встроенном (как и все предлагаемые средства) в инструментальный комплекс WIQA. Специфику языка определяет его настройка на формы спецификации, представленные выше. Потенциал языка «WIQA» достаточен для создания имитационных моделей проектных решений в объектно-ориентированном стиле с использованием доступа к моделям баз данных или их фрагментов.

Список источников

- [1] Reports of the Standish Group. <http://www.standishgroup.com> (дата обращения: 03.03. 2012).
- [2] Software Intensive systems in the future. Final Report//ITEA 2 Symposium. http://symposium.itea2.org/symposium2006/main/publications/TNO_IDATE_study_ITEA_SIS_in_the_future_Final_Report.pdf (дата обращения: 15.03. 2012).
- [3] Westfall L. Software Requirements Engineering: What, Why, Who, When, and How. http://www.westfallteam.com/Papers/The_Why_What_Who_When_and_How_Of_Software_Requirements.pdf. (дата обращения: 20.03. 2012).
- [4] Kendal, S.L., Creen, M. An introduction to knowledge engineering. - London: Springer, 2007. – 287 p
- [5] Falquet G., Métral C., Teller J., Ch. Tweed Ch. Ontologies in Urban Development Projects (Advanced Information and Knowledge Processing). v. VIII, – Springer-Verlag, 2011. – 241 p.
- [6] Кролл П., Крачтен Ф. Rational Unified Process – это легко. Руководство по RUP для практиков. [Текст]. – М.: Изд. Дом Кудиц-Образ, 2004. – 432 с.
- [7] Соснин П.И. Вопросно-ответное моделирование в разработке автоматизированных систем. [Текст]. / П.И. Соснин – Ульяновск: УлГТУ, 2007. – 333 с.
- [8] Соснин П.И. Вопросно-ответное программирование человеко-компьютерной деятельности. [Текст]. / П.И. Соснин – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 240 с.
- [9] Precedent. URL: <http://dictionary.reference.com/browse/precedent>. (дата обращения: 11.03. 2012).
- [10] Sosnin P. Question-Answer Shell for Personal Expert System. // Chapter in the book “Expert Systems for Human, Materials and Automation.” Published by Intech, 2011. – pp. 51-74.

Сведения об авторах



Соснин Пётр Иванович, 1945 г. рождения, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой "Вычислительная техника" Ульяновского государственного технического университета. Член Международной академии информатизации, Российской и Европейской Ассоциаций искусственного интеллекта, член IEEE и Computer Society, член международного общества WSEAS, председатель Ульяновского отделения Российской ассоциации искусственного интеллекта, эксперт Министерства промышленности, науки и технологий, рецензент "Journal of Intelligent and Fuzzy System". Автор более чем 290 публикаций, в том числе в 9 монографиях и 6 учебных пособий.

Peter Ivanovich Sosnin, 1945, doctor of technical sciences, professor, head of the department "Computer Science", Ulyanovsk State Technical University. Member of the International Academy of Informatisation, a member of the Russian and the European Associations of Artificial Intelligence, a member of IEEE and Computer Society, a member of international society WSEAS, chairman of the Ulyanovsk Branch of the Russian Association of Artificial Intelligence, Expert of Ministry of industry, Science and Technology, a re-viewer of "Journal of Intelligent and Fuzzy System". The research results are presented in more than 290 publications, including 9 monographs and 6 textbooks.



Маклаев Владимир Анатольевич, генеральный директор Федерального научно-производственного центра Открытое акционерное общество "Научно-производственное объединение "Марс", к.т.н.

Vladimir Anatolievich Maklaev, candidate of technical sciences, Managing Director, Federal Research-and-Production Center Open Joint-Stock Company "Research-and-Production Association "Mars"

УДК 627.01

МЕТАОНТОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОРСКИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

А.В. Бухановский¹, Ю.И. Нечаев²

Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики

¹avb_mail@mail.ru

²nechaevl@mail.ifmo.ru

Аннотация

Обсуждаются вопросы модификации онтологии и метаонтологии в динамической структуре интеллектуальной системы исследовательского проектирования морских судов и технических средств освоения океана. Информационная модель обеспечивает построение онтологии мореходных качеств в сложных динамических средах, обусловленных нелинейным взаимодействием исследуемых объектов с ветроволновыми возмущениями. Структура волнового поля задана в виде климатических спектров морского волнения. Взаимосвязь между онтологиями информационной модели представляется в виде дерева решений. Формальная модель и иерархическая структура онтологии рассмотрены в рамках парадигмы обработки информации в мультипроцессорной вычислительной среде. Приведен фрагмент семантической сети, определяющей онтологию функциональных элементов базы знаний и реализующей динамическую структуру знаний при анализе экстремальных ситуаций, возникающих в практике эксплуатации морских динамических объектов. Особое внимание обращается на формализацию предметной области при решении проблемы мореходности в условиях неопределенности и неполноты исходной информации.

Ключевые слова: метаонтология, динамический объект, мореходность, исследовательское проектирование, динамика взаимодействия.

Введение

Комплексная онтология исследовательского проектирования морских динамических объектов (ДО), как сложная система знаний, интегрирующая анализ и интерпретацию разнородной информации, предполагает разработку алгоритмического и программного обеспечения средств представления онтологических знаний и работы с такими знаниями. Основные направления создания системы онтологий связаны с формулировкой и обоснованием онтологии организации (*organization ontology*), онтологии проекта (*project ontology*) и онтологии направления исследований (*research-topic ontology*) в рамках общих моделей исследовательского проектирования. Реализация этих направлений связана с решением задач представления, поиска и обработки информации с помощью онтологических знаний [1-13].

Для онтологического моделирования выбрана одна из наиболее важных предметных областей интеллектуальной системы (ИС) исследовательского проектирования морских ДО – «Динамика судна на волнении». Иерархическая модель такой системы на базе комплексной онтологии позволяет формализовать проектные задачи динамики судна на различных уровнях абстрагирования: детальности отражения элементов, свойств, характеристик. Такая структура может быть реализована с различной степенью подробности в зависимости от особенностей задач, рассматриваемых на этапе исследовательского проектирования [7].

1 Формальная модель онтологии

Формальная модель онтологии проблемной области, отображающая интерпретацию геометрической и аналитической компонент в сложной динамической среде, реализуется на основе расширения функциональных возможностей стандартной модели онтологии (рисунок 1) [2]:

$$(1) \quad \text{Ont} = \langle X, R, \Phi \rangle,$$

где X – конечное множество концептов (понятий, терминов) рассматриваемой предметной области; R – конечное множество отношений между концептами; Φ – конечное множество функций интерпретации (аксиоматизация), заданных на концептах и/или отношениях онтологии.

При спецификации процессов функционирования онтологии в сложных динамических средах вводится понятие *онтологической системы*, формальная модель которой имеет вид:

$$(2) \quad \text{Ont}[S(t)] = \langle \text{Ont}[\text{META}(t)], \text{Ont}[\text{DT}(t)], \text{Ont}[\text{INF}(t)] \rangle,$$

где $\text{Ont}[\text{META}(t)]$ – онтология верхнего уровня (метаонтология); $\text{Ont}[\text{DT}(t)]$ – множество предметных онтологий и онтологий задач предметной области; $\text{Ont}[\text{INF}(t)]$ – модель механизма логического вывода, ассоциированная с онтологической системой.

Метаонтология оперирует общими концептами и отношениями. Концептами на метаярхиве являются «объект», «свойство», «значение». Уровень метаонтологии обеспечивает интенциональное описание свойств предметной онтологии и онтологии задач [8-13].

Предметная онтология при формальном описании понятий предметной области, связанной с контролем динамики сложного объекта, содержит семантически значимые понятия и множество интерпретаций этих понятий и отношений (декларативных и процедурных), которые специфичны для заданной предметной области.

Онтология задач в качестве понятий содержит типы решаемых задач, а отношения этой онтологии обеспечивают декомпозицию задач на подзадачи. Иерархическая модель, объединяющая функциональные модули прикладных программ обработки информации, позволяет описывать интегрированную систему на различных уровнях абстракции.

Используемый в ИС базис понятий и отношений является открытым и может пополняться в зависимости от компонентов, составляющих ИС. Причем, пополнение может происходить за счет интерпретации нестандартных (нештатных и экстремальных) ситуаций, возникающих в процессе эксплуатации.

Таким образом, модель онтологической системы, определяющей функционирование динамической базы знаний ИС исследовательского проектирования, позволяет описывать онтологии разных уровней. Взаимосвязь между онтологиями этой модели представляется в виде дерева решений. Основой интеллектуализации компьютерных технологий, реализующих методы искусственного интеллекта (ИИ), является погружение знаний исследуемой предметной области в высокопроизводительную вычислительную среду.

2 Иерархическая структура онтологии

Пример иерархической структуры онтологии, формализующей динамическую базу знаний при интерпретации сложных ситуаций, иллюстрируется на рисунке 1. Иерархическая структура представляет собой модель в виде узлов и упорядоченных отношений (связей). Узлы выражают базовые понятия (концепты) динамической среды взаимодействия, а связи описывают взаимоотношения между ними. *Структурная связь* между иерархическими уровнями онтологии обеспечивается через традиционные понятия предметной области.

На рисунке 1 обозначено: А – нулевой уровень; В – первый уровень; С – второй уровень; $C(S) = \langle Ont, Q, F, R \rangle$ – кортеж, определяющий класс подсистемы - онтологию Ont, код Q, функциональную зависимость F и диапазон изменения R соответствующего элемента.

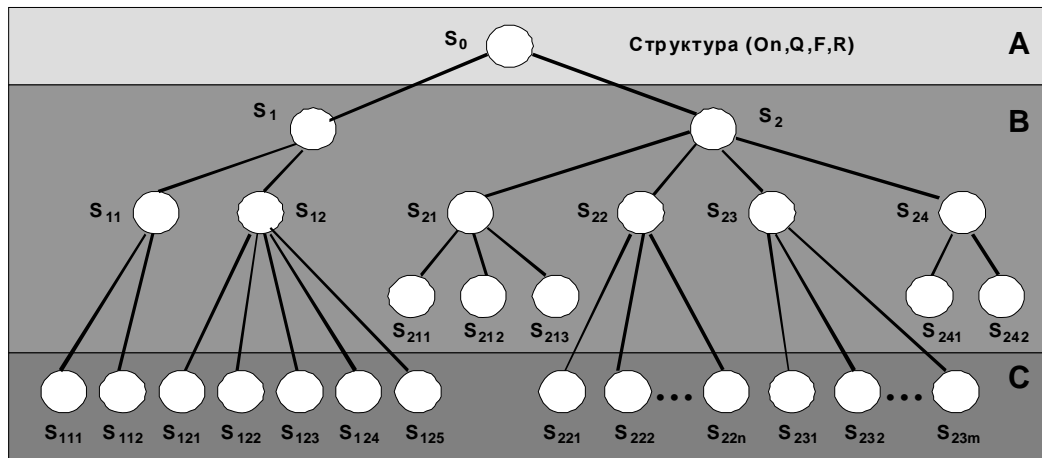


Рисунок 1 - Семантическая сеть, определяющая онтологию функциональных элементов динамической базы знаний ИС исследовательского проектирования

На основе концептуальной модели строится семантическая сеть онтологии. Архитектура семантической сети предполагает наличие у любой информации, находящейся в сети, точный смысл, который нельзя было бы передать в случае совпадения фраз или слов, встречаемых в разных контекстах. Фактически это означает, что любая информация связана с некоторым неотделимым от нее контекстом. Активно используя язык XML для определения собственной структуры документов и язык RDF (Resource Definition Framework), семантическая сеть представляет собой универсальную структуру, позволяющую легко работать с декларативной и процедурной компонентами динамической базы знаний в процессе интерпретации текущей ситуации (поиск, внесение изменений, выделение, преобразование и визуализация информации). Этому способствует использование в вершинах сети соответствующих кодов и стандартных условных обозначений, значительно упрощающих процедуры поиска и обеспечивающих единственность решения.

Вся информация в сети собрана относительно объекта исследования и позволяет выделять содержания, взаимоотношения, внутреннюю структуру и уровни детализации. Наличие организационных признаков – ассоциативности и иерархичности обеспечивает гибкость такого представления, а гармоничное сочетание синтаксического (структурного) и семантического (относящегося к данной предметной области) знания дает возможность легко обновлять это знание в относительно однородной структуре. Построенная на основании онтологии классификация компонент динамической базы знаний, изоморфна классификации свойств системы в виде классификации связей и функциональных элементов. Получаемый таким образом алфавитный набор связей и элементов, однозначно интерпретируется по своим дефинициям (свойствам) и имеет однозначную содержательную характеристику.

3 Метаонтологии в динамической структуре ИС

Для анализа связи онтологий со структурой формализованных знаний ИС исследовательского проектирования при решении обобщенной задачи реализации компонент математических моделей могут быть использованы различные интерпретации метаонтологий, среди которых следует выделить подход, изложенный в работе [6]. Основой для такой интерпретации

служит парадигма преобразования информации в мультипроцессорной вычислительной среде, сформулированная в работе [1]. Ниже рассмотрена концепция метаонтологии на основе мультиагентных систем (МАС). Ассоциации агентов образуют МАС (рисунок 2), которая может быть представлена в виде следующего описания [5]:

$$(3) \quad \text{МАС} = \langle N(S), \text{Ag}, E, P(S) \rangle,$$

где $N(S)$ – наименование системы, $\text{Ag} \in \text{Ag}(S)$ – набор всех конфигураций агентов МАС; $E \in E_S$ – совокупность всех жизненных пространств; $P(S)$ – общесистемные характеристики МАС.

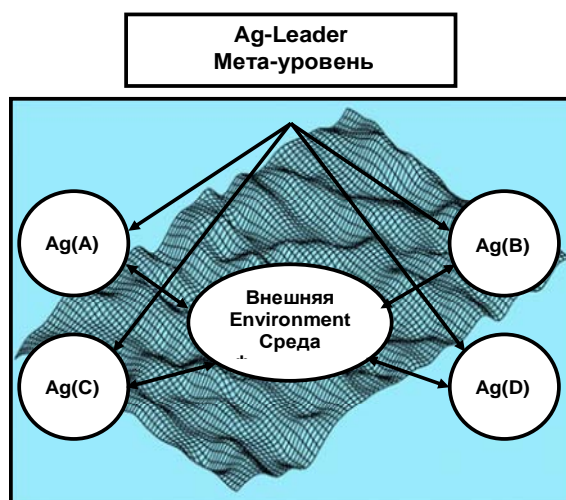


Рис.2. Схема МАС, обеспечивающая контроль текущей ситуации

Архитектурно-структурная организация ИС на основе концепции МАС позволяет обеспечить новые качественные признаки, повышающие эффективность функционирования системы в сложных (особенно в нештатных и экстремальных) ситуациях за счет использования следующих преимуществ: параллелизм обработки информации на основе сообщества агентов; уменьшение объема передаваемой информации (отдельным агентам передаются высокоуровневые частичные решения); гибкость, обеспечивающая возможность использования агентов различной мощности при совместном решении поставленной задачи; повышение надежности системы путем передачи функций между агентами.

Как видно из рисунка 2, функционирование МАС реализуется с помощью четырех агентов и одного агента-лидера мета-уровня. Каждый из агентов выполняет заданные операции по контролю текущей ситуации в соответствии со схемой, представленной на рисунке 3. Необходимо формализовать процесс контроля текущей ситуации и организовать согласованное функционирование МАС как распределенной компьютерной системы с высоким уровнем ИИ.

Из числа возможных концептуальных метабазисов, соответствующих уровню метаонтологии МАС, можно выделить:

$$\text{Ont}[\text{META}(t)]: \quad \text{Ont-A}[\text{WVD}] = \{(\text{WVD}), \text{особенности, отношение, отображение}\}; \\ \text{Ont-B}[\text{WVD}] = \{(\text{WVD}), \text{состояние, процесс, время}\},$$

где WVD – внешняя среда (ветер, волнение) и динамический объект.

Концептуальный метабазис $\text{Ont-A}[\text{WVD}]$ называют естественным, так как он непосредственно связан с субъектно-предикатной моделью предложений естественного языка. Поэтому если принимается соответствие «множество есть объект», то справедливо утверждение

$$\forall C \in \text{Ont-A}[\text{WVD}], [c] \text{ is-a } [ob].$$

Это означает, что элементы объема любого понятия $s \in C(\text{Ont-A}[WVD])$ отнесены в s -категорию «объект», а обобщение задачи реализации на уровне V-моделей приводит к следующей метадиаграмме (рисунок 4).

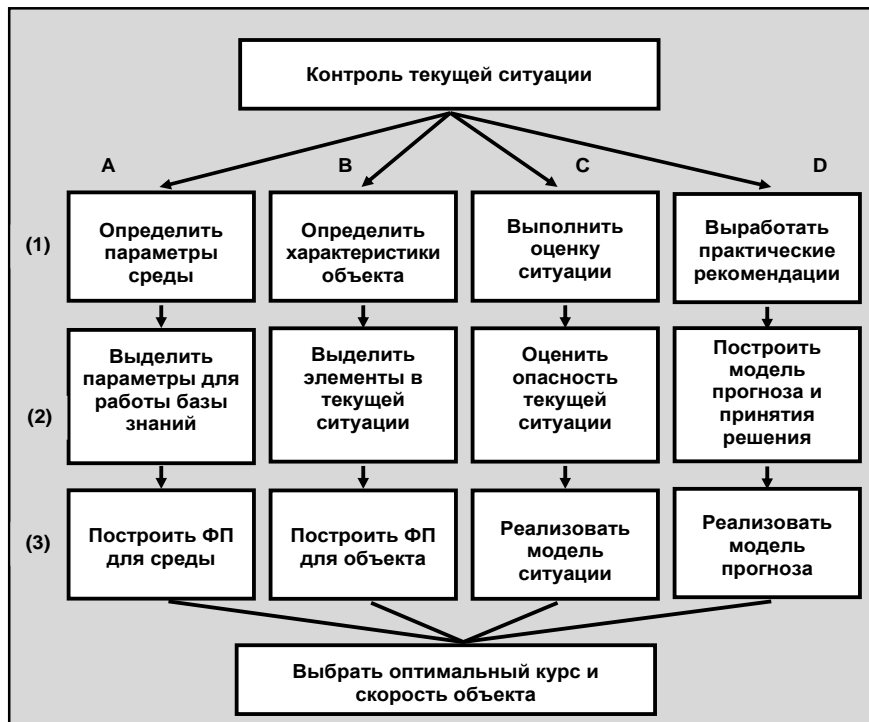


Рисунок 3 - Операции, реализуемые МАС при контроле текущей ситуации

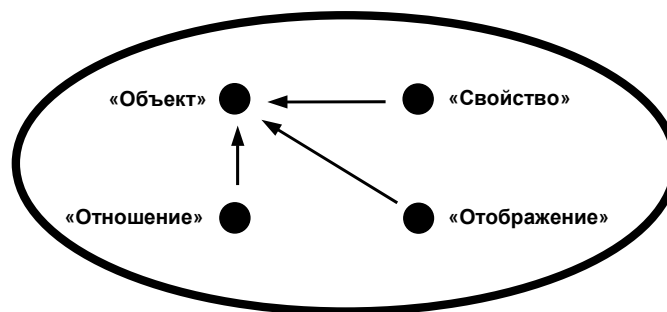


Рисунок 4 - Метадиаграмма, определяющая обобщение задачи реализации стратегии управления при перестройке динамической базы знаний ИС

Математическими модельными структурами $\text{Ont-A}[WVD]$ являются структурные типы $g_0 = \langle A \rangle$ – множество, $g_1 = \langle AR \rangle$ – реляционная система, $g_2 = \langle AF \rangle$ – алгебра, $\langle AFR \rangle$ – алгебраическая система. Следовательно, на основании метадиаграммы элементы математических модельных структур такие как множества A , отношения R и отображения F являются объектами. Элементарными объектами являются только элементы множества A .

Элементы отношений R и отображений F имеют представление в элементах множественности A (элементарные объекты). Таким образом, естественный метабазис $\text{Ont-A}[WVD]$ задает объектную метаонтологию, язык которой $L(\text{Ont-A}[WVD])$ обладает логической моделью в форме исчисления предикатов [9].

Концептуальный базис Ont-B[WVD] называют «физическим», содержащим понятия «процесс», «состояние» и «время». Поэтому модульные структуры метабазиса Ont-B[WVD] являются *динамическими* и онтология Ont-B[WVD] представляет собой информационную систему, ориентированную на моделирование процессов для функции управления, включая управление и координацию агентов МАС.

Особенностью математических модельных структур (онтологическая корректность), является представление элементов сигнатуры в элементах множества-носителя. Следовательно, центральным в построении математических динамических структур при реализации методов исследовательского проектирования является вопрос о носителе, которое определяется как пространство состояний, а модель процесса – как динамическая система. Причем переход из Ont-A[WVD] в Ont-B[WVD] приводит к понятию элементарный ДО, задаваемому в следующем виде: $DSt = ДО = \{объект, состояние, время\}$, которое определяет событие с объектом как пару $DSt(ob) = \{объект, состояние\}$ [6].

Таким образом, при переходе из Ont-A[WVD] в Ont-B[WVD] множество DSt, элементами которого являются элементарные динамические объекты, принимается в качестве носителя динамических модельных структур. Элементами сигнатуры динамических модельных структур при реализации компонент исследовательского проектирования и теории корабля являются процессы, которые так же, как и элементы сигнатур из онтологии, должны иметь представление в носителе. Следовательно, решению обобщенной задачи реализации соответствует онтологическая модельная система метабазиса Ont-B[WVD] с метадиаграммой, вид которой приведен на рисунке 5.

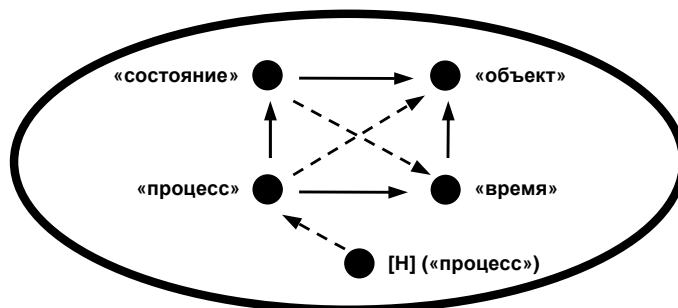


Рисунок 5 - Метадиаграмма как онтологическая модельная система

Пунктирные стрелки метадиаграммы задают представление процессов в носителе DSt и определяют модель процесса как значение символа в пространстве динамических объектов DSt:

$$\text{Int}[1 - (\rightarrow)] = \partial\Sigma^0(DSt); DSt_0 [DSt_1[\rightarrow]]DSt_2,$$

которое является математической моделью динамической системы, построенной в форме расширения алгебраической операции:

«соответствия на объектах» → *«соответствие в пространстве состояний»*.

Динамическая система $\partial\Sigma^0(DSt)$ в пространстве состояний объектов является элементарной модельной структурой системного структурного типа, которая может быть построена на основе алгебраической системы так, что логической моделью языка этого типа будет являться одна из форм логики действий [6].

Примером реализация стратегии перестройки логики функционирования динамической базы знаний с помощью метадиаграмм при разработке динамической базы знаний в рамках парадигмы обработки информации в мультипроцессорной вычислительной среде [1] является генерация сценариев взаимодействия ДО с внешней средой на основе модели типа «сущ-

ность–связь». Основные информационные объекты (сущности) позволяют выделить следующие множества (рисунок 6).

Здесь: S – множество сценариев (содержит описание сценария и соответствующие корректировки в параметрах модели); W – множество вариантов (конкретные состояния, описываемые информационной моделью); R – множество выводов (описания результатов моделирования конкретного сценария по каждому варианту); C – множество связей (вводятся для объединения в семантическую сеть кортежа {S, W, R}; эти множества содержат только ссылки на экземпляры множеств S, W, R).

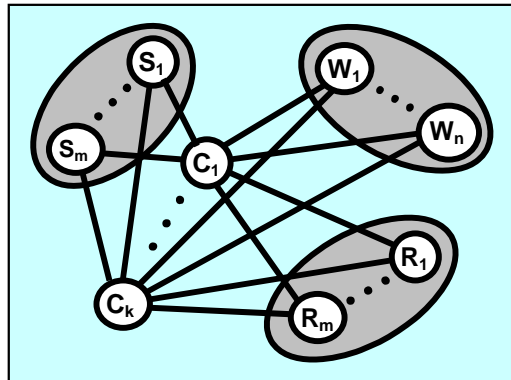


Рисунок 6 - Фрагмент семантической сети, реализующей динамическую структуру знаний при анализе экстремальных ситуаций

По мере наполнения базы знаний R-объектами строится семантическая сеть. В узлах сети расположены модели представления знаний, реализующие экземпляры множеств S, W, R, C. Модель каждого типа соответствует одному из множеств S, W, R, C и включает совокупность экземпляров этого типа:

$$(4) \quad S = \{S_i \mid i=0, \dots, n\}; \quad V = \{W_i \mid i=0, \dots, n\}; \quad R = \{R_i \mid i=0, \dots, n\}; \quad C = \{C_i \mid i=0, \dots, n\}.$$

Преобразование содержательного описания сценария (знания) в параметры модели (данные) осуществляется с использованием следующей структуры операторов: {K, Q, V, H, D, F}, где K – ключевое слово или фраза, выделяющая класс сценария; Q – подробное описание сценария; V – факторы, определяющие сценарий; H – шаблоны шифров переменных и уравнений (описание сценария в параметрах модели); D – данные, соответствующие выбранному фактору (следствие исходной посылки); F – функция зависимости данных от факторов.

4 Модификация онтологии моделей предметной области

При выполнении операций по модификации моделей предметной области необходимо руководствоваться следующей аксиомой: структурный и параметрический синтез моделей предметной области в сложной динамической среде реализуется на базе комплексной онтологии, модификация которой осуществляется с помощью метаонтологии и принципа адаптивного резонанса, позволяющих осуществлять перестройку логики функционирования системы в зависимости от особенностей динамики взаимодействия морского ДО с внешней средой.

Процедуры модификации комплексной онтологии представлены на рисунке 7, на котором выделены три основных направления модификации онтологии при формализации знаний ИС исследовательского проектирования.

Модификация онтологии «Поля знаний» и «Пирамиды знаний». Термин «онтология» используется в современных работах по ИИ как аналог понятию *модели* в заданной предметной области. Он охватывает все необходимые знания, представленные в виде некоторой формальной теории, и интерпретатор (машину вывода), необходимые для решения поставленных задач. Рассматривают несколько типов онтологий [2]: онтологии предметных областей (domain ontology), онтологии классов задач (task ontology), онтологии приложений (application ontology), онтологии верхнего уровня (top-level ontology). Отдельным типом считаются онтологии методов решения проблем. Возможные пути модификации онтологий при формализации «Поля знаний» и «Пирамиды знаний» представлены на рисунке 8.

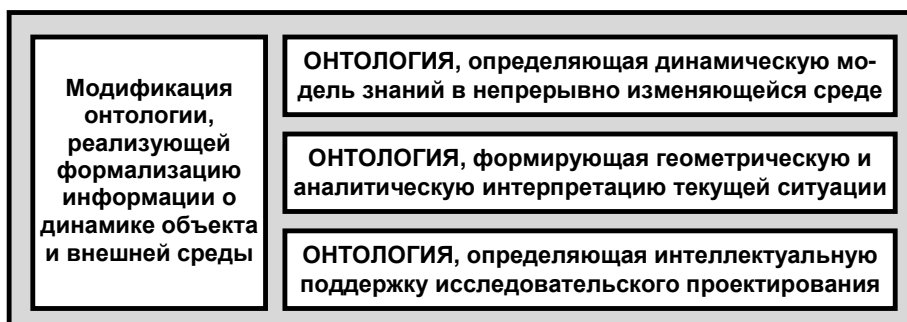
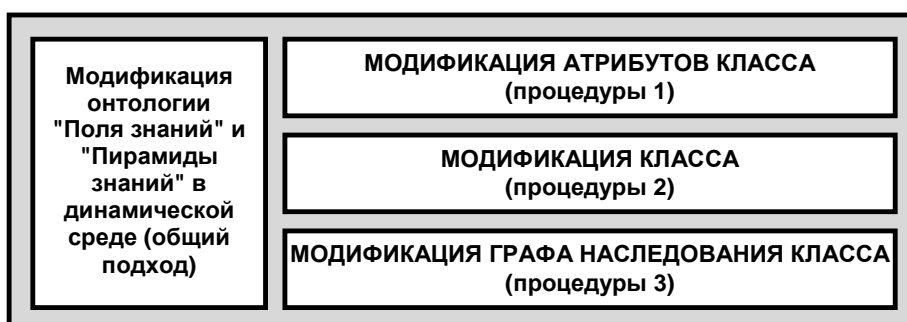
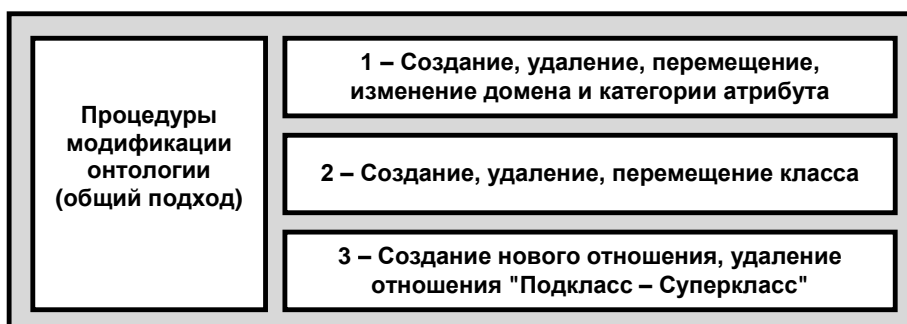


Рисунок 7 - Модификация онтологии при формализации информации предметной области



а)



б)

Рисунок 8 - Пути модификации онтологии «Поля знаний» и «Пирамиды знаний»: а) направления модификации; б) процедуры модификации

Онтология является *логической теорией*. Наряду с описанием структуры и семантики понятий, выраженных концепциями и семантическими связями, онтология может содержать аксиомы, накладывающие некоторые ограничения.

Поэтому структура на рисунке 8 может быть дополнена разделом, связанным с модификацией прикладных аксиом онтологии, включающей добавление и удаление прикладной аксиомы. Для поддержания согласованности онтологии с предметной областью и обеспечения непротиворечивости самой онтологии вводится набор метаправил – инвариантов онтологий. Эти правила формулируются по отношению к языку описания онтологий и позволяют поддерживать их непротиворечивую модификацию [8-13].

5 Аксиоматическое представление знаний

Общие понятия предметной области специфичны в каждой прикладной онтологии. Среди них универсальной конструкцией являются отношения. В качестве базиса такой конструкции обычно выделяют такие отношения модели предметной онтологии как *part_of*, *kind_of*, *contained_in*, *member_of*, *see_also* и некоторые другие [2, 8, 10]. В качестве примера приведем некоторые формализмы представления знаний и вывод решения в исследуемой онтологической системе. В качестве базиса представления рассмотрим следующие конструкции, используя стандартные обозначения [8] для системы контроля текущих ситуаций [1]. В этой системе *подкласс* ($C1 :: C2$) рассматривается как класс $C1$, с помощью которого описывается ситуация «Резонансные режимы качки». Этот класс является подклассом общей структуры $C2$ «экстремальные ситуации». *Значения атрибутов* в рамках интерпретации $O[A \rightarrow V]$ означает, что экземпляр O , определяющий ситуацию «Резонансные режимы качки» имеет атрибут A (условия возникновения резонансных режимов) со значением V (частотные соотношения для основного и параметрического резонанса). Конструкция *часть-целое* – ($O1 <: O2$) означает, что ситуация $O1$, определяющая режим «захвата» судна попутной волной является частью экстремальной ситуации $O2$, получившей наименование «бродинг».

Наибольший интерес для работы со структурами, содержащими большой объем процедурных знаний, представляет подход [4], предусматривающий аксиоматическое представление знаний предметной области. Формализации информации на основе комплексной онтологии предусматривает использование следующих аксиом (рисунок 9).

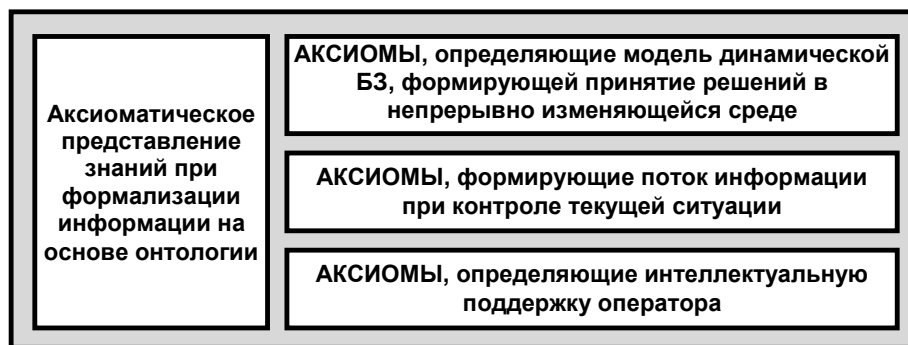


Рисунок 9 - Формализация и аксиоматическое представление процедурных знаний

Реализация указанных аксиом осуществляется совместно с аксиомами идентификации, вычислений, планирования и оптимизации, рассмотренных в работе [4]. Дадим краткую характеристику этих аксиом.

Аксиомы идентификации. Назначением аксиом идентификации является описание всех типов переменных и отношений, в которые эти переменные вступают друг с другом. Если объект управления описывается множеством параметров $X = \{X_1, \dots, X_N\}$ (включая все известные и неизвестные, постоянные и переменные, исходные и промежуточные, оценочные и конструктивные), то требуется находить или уточнять значения части параметров. При этом

каждый из параметров характеризуется определенным интервалом, с помощью которого задаются известные параметры и ограничения в задачах оптимизации.

Аксиомы планирования. В основе вычислений лежит свойство интервальной арифметики, позволяющее осуществить сходимость итеративной процедуры вычислений интервальных значений параметров к некоторым локализирующим интервалам, содержащим требуемые решения. Для осуществления итеративной процедуры вводятся аксиомы планирования, задающие правила (порядок и условия корректности) вычислений.

Аксиомы вычислений. С помощью аксиом вычислений задаются правила вычисления отношений. Каждое отношение $r_i = r_i(Y_i)$ связывает некоторое множество параметров Y_i и используется для вычисления неизвестных значений параметров $Y_i^{БХ} \subseteq Y_i$, связанных отношением по известным значениям параметров $Y_i^{БХ} \subseteq Y_i$. Аксиомы вычислений включают также *аксиомы оптимизации*. В отличие от аксиом идентификации, вычисления и планирования, эти аксиомы позволяют давать ответы на поставленные прямые и обратные вопросы при решении задач поиска оптимальных решений. Аксиомы оптимизации содержатся в каждом дереве классификации концептов формальной системы и представляются в виде таблиц логических аксиом (*Logical Axioms Table*). Структура таблиц включает имя аксиомы, описание, концепт, ссылочные атрибуты, переменные и определения. Таблицы аксиом содержат определения концептов через логические выражения. Для каждой аксиомы дается ее имя, естественно-языковое описание, концепт, к которому аксиома относится, атрибуты, используемые в аксиоме, логическое выражение, формально описывающее аксиому и др.

Таким образом, модель онтологической системы, определяющей функционирование динамической базы знаний ИС исследовательского проектирования, позволяет описывать онтологии разных уровней.

6 Онтологии при реализации интерфейса

Структура интерактивной программной системы представляет собой модель интерфейса поддержки принятия решений. Принципы организации и функционирования интерфейса «Оператор–ЭВМ» тесно связаны с проблемой компьютерной интерпретации используемых в системе методов и моделей, определяющих содержание рассматриваемой прикладной области. Формально такая интерпретация в рамках парадигмы обработки информации в мультипроцессорной вычислительной среде может быть представлена как процесс задания функции Φ , обеспечивающей эквивалентность в отображении [1, 3]:

$$(5) \quad \Phi: \Omega \Leftrightarrow \Omega^*,$$

где Ω – множества отношений между используемыми в системе логическими утверждениями и математическими зависимостями; символ $*$ указывает на компьютерную интерпретацию результата работы ИС.

Модель интерфейса базовой архитектуры программного комплекса интеллектуальной поддержки использует онтологию [3], которая модернизирована с использованием парадигмы [1]. Эту модель можно рассматривать как совокупность системы понятий предметной области, выразительных средств интерфейса при интерпретации текущих ситуаций и сценария диалога «Оператор–ЭВМ». Модель также учитывает соответствие между моделями системы понятий предметной области, выразительными средствами и прикладной программой:

$$(6) \quad UO = \{A, B, C, D, E\},$$

где A – онтологии предметной области PRA; B – онтологии выразительных средств интерфейса; C – онтологии прикладной программы; D – онтология сценариев диалога; E – онтология связи между онтологиями PRA и выразительных средств (E_1) и между онтологиями PRA

и прикладной программы (E_2); $I(A), I(B), I(C), I(D), I(E)$ – потоки информации о соответствующих универсальных онтологиях; UO – универсальная онтология; MI – модель интерфейса.

Онтологии E, E_1 и E_2 связаны соотношениями [3]:

$$E = E_1 \cup E_2; E_1 = \text{Name}(A) \rightarrow \text{Name}(B); E_2 = \text{Name}(A) \rightarrow \text{Name}(C).$$

Таким образом, проведенный анализ позволяет сделать вывод, что динамическая среда ИС исключает *концептуальный и математический* уровни представления, связанные обобщенной задачей реализации сложных динамических сцен. Понятие онтологии при такой интерпретации относится к концептуальному уровню и отражает междисциплинарный характер знаний, типичный для рассматриваемой ИС.

Заключение

Особенностью метаонтологий, вытекающей из предельного уровня общности понятий-категорий, являются:

- логическая структура метаонтологии, определяемая выразительностью на уровне концептуальных моделей предметной области;
- математический уровень метаонтологии, определяемый понятиями, соответствующими концептуальным моделям знаний и универсальной метаонтологии;
- универсальная метаонтология, включающая метаонтологии естественного и физического метабазисов, а механизмом интеграции является переход между онтологиями, согласующий решения обобщенных задач.

Основой интеллектуализации компьютерных технологий, реализующих методы исследовательского проектирования, является погружение знаний в исследуемой предметной области в высокопроизводительную вычислительную среду.

Благодарности

Работа выполнена в рамках проектов «Интеллектуальные технологии поддержки процессов исследовательского проектирования судов и технических средств освоения океана» (государственный контракт П295 от 30 апреля 2010 г.) и «Высокопроизводительный программный комплекс моделирования динамики корабля в экстремальных условиях эксплуатации» (государственный контракт П976 от 27 мая 2010 г.), реализуемых при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы.

Список литературы

- [1] Бортовые интеллектуальные системы. Ч. 2. Корабельные системы. – М.: Радиотехника, 2006.
- [2] Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2000.
- [3] Грибова В.В., Клещев А.С. Использование методов искусственного интеллекта для проектирования пользовательского интерфейса // Информационные технологии. 2005. №8. С. 58–61.
- [4] Девятков В.В. Онтологии в проектировании систем // Сборник докладов международной конференции по мягким вычислениям и измерениям SCM-99 (Санкт-Петербург, 1999). Т. 2. С. 137-140.
- [5] Нечаев Ю.И., Лютин А.В. Интеллектуальная система, функционирующая на основе мультиагентных технологий // Искусственный интеллект. 2009. №3. С. 413–422.
- [6] Никольский С.Н. Метаонтологии и обобщенная задача реализации // Автоматизация и современные технологии. 2006. №9. С. 24-29.
- [7] Худяков Л.Ю. Исследовательское проектирование кораблей. – Л.: Судостроение, 1980.
- [8] Fernandes M., Gomez-Perez A. Juristo N. METHODOLOGY: From ontological Art toward ontological engineering // Spring Symposium Series on Ontological engineering AAAI-97 (Stanford, USA, 1997).
- [9] Noy N.F., Hafner C. The State of the Art in Ontology Design: A survey and comparative review // AI Magazine. 1997. No18(3). P. 53 – 74.

- [10] Gruber T.R. The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge base // Principles of Knowledge Representation and Reasoning: Proceedings of the Second International Conference (Cambridge, MA). Eds.: A. Allen, R. Fikes, E. Sandewall. - Morgan Kaufman. 1991. P. 601–602.
- [11] Grudinger M., Fox M. Methodology for the design and evaluation of ontologies // Proceedings of IJCAL-95 Workshop on the Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, 1995.
- [12] Guarino N. Ontologies: what are they, and where's the research? // A panel held at KR-96. The Fifth Int. Conf. on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (Cambridge, MA, 1996). <http://www-ksl.stanford>.
- [13] Uschold M., Gruninger M. ONTOLOGIES: Principles, methods and applications // Knowledge Engineering Review. 1996. Vol. 11. No2.
-

Сведения об авторах



Бухановский Александр Валерьевич, доктор технических наук, профессор, директор НИИ наукоемких компьютерных технологий Санкт-Петербургского государственного университета (национальный исследовательский университет) информационных технологий, механики и оптики.

Boukhanovsky Alexandr Valerievich, D. Sc., professor, director of scientific research institute of the high computer technology of the St.-Petersburg State University (National Research University) Information Technologies, Mechanics And Optics.



Нечаев Юрий Иванович, заслуженный деятель науки РФ, академик РАН, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник НИИ наукоемких компьютерных технологий Санкт-Петербургского государственного университета (национальный исследовательский университет) информационных технологий, механики и оптики, Международный эксперт в области высокопроизводительных вычислений и интеллектуальных систем.

Nechaev Yury Ivanovich, Academician of RANS, Russian Federation Science Honoured Figure, the main scientific employee of scientific research

Institute of the high technology computer technologies of the St.-Petersburg state university (national research university) information technologies, mechanics and optics. International expert in the field of high-performance computing and intelligence systems.

УДК 510.8

ОНТОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

С.М.Крылов¹, Е.Н.Гребенщиков²

Самарский государственный технический университет

¹ s_m_krylov@mail.ru² orionzzzqq@mail.ru

Аннотация

В статье рассматриваются математические и онтологические предпосылки для разработки формальных методов синтеза и модернизации различных электронных систем и их фрагментов на основе гетерогенных электронных функциональных блоков.

Ключевые слова: онтология проектирования, гетерогенные схемы, гетерогенные электронные блоки, синтез электронных схем, аксиомы метафизики, общая формальная технология, общая теория систем.

Введение

Анализируя многие вопросы, связанные с онтологиями проектирования, нельзя не коснуться их базовых, философских принципов, определяющих стратегию и тактику проектирования различных технических систем. Программные оболочки, поддерживающие онтологии подобного рода, пока отсутствуют.

Одним из таких стратегических направлений в развитии общей теории систем (ОТС) представляется «Общая формальная технология» (ОФТ) [1]. В рамках этого направления удалось найти новый формальный аппарат, достаточно кратко и полно описывающий основные особенности различных гомогенных и гетерогенных физических объектов [2, 3]. В частности, в [1, 2] показано, что практически любые гомогенные и гетерогенные физические объекты, включая различные электронные функциональные блоки (ФБ), могут быть представлены в виде записей следующего вида:

$$(1) \quad O_i = \langle \gamma_i, \mathbf{M}_i \rangle = \langle \{ \gamma_{i1}, \gamma_{i2}, \dots, \gamma_{in} \}, \{ \varphi_{ij} = \varphi_{ij}(\gamma_{sk}, \gamma_{i1}, \dots, \gamma_{sm}); \dots \} \rangle;$$

где O_i - i -й объект (включая ФБ); γ_i - список интересующих нас его входных и выходных параметров γ_{ik} (например, входных и выходных сигналов, в качестве которых могут также выступать различные электрические параметры электронных компонентов - сопротивление, ёмкость, индуктивность и т.д.); \mathbf{M}_i - список интересующих нас функциональностей φ_{ij} объекта (блока) O_i (эти функциональности могут быть записаны в любой удобной форме - в виде функций, физических законов, алгоритмических процедур и т.д.); n - число параметров, используемых в данном представлении блока (объекта) O_i ; $j, l \in \{1, \dots, n\}$, k, m - номера (вторые индексы) тех "свойств" и функциональностей, которые актуальны для анализа функциональных взаимодействий φ_{ij} данного блока (объекта) O_i (в текущем представлении) с другими блоками (объектами) типа O_s , которым блок (объект) O_i «передает» свои сигналы или параметры. Подчеркнём, что функциональных зависимостей φ_{ij} в списке функциональностей \mathbf{M}_i объекта O_i , как и его соответствующих «сигнальных» выходов в общем случае может быть столько, сколько нужно для его адекватного представления в рамках данной модели, на что

указывает многоточие после формулы φ_{ij} для расчёта параметров γ_{ij} . В традиционном представлении электронного ФБ выход предполагается один, поэтому в данном случае, если не оговорено иное, в множестве \mathbf{M}_i предполагается одна функциональная зависимость, определяющая выходной сигнал (или параметр) в виде некоторой функции от входных сигналов или параметров.

Поскольку записи типа (1) позволяют представить не только различные электронные ФБ, но и любые объекты как формальные объекты операций ОФТ, то оказывается возможным распространить принципы формальных алгоритмических и/или алгоритмизуемых вычислений на все такие объекты.

В похожей на (1) форме можно записать и любой основной объект математики O_{Mi} , представляющий какую-то *конечную информацию* о каком-либо математическом объекте в виде соответствующего конечного кода, включая *математические обозначения* (условные кодировки) различных, в том числе, иррациональных чисел, например, числа π , кодируемого выбором соответствующей буквы греческого алфавита. В этом случае получается следующее:

$$(2) \quad O_{Mi} = \langle \xi \rangle,$$

где ξ - основное (и единственное!) *нефизическое* (а потому - *нефункциональное*) свойство любых конечных *абстрактных* математических объектов представлять некоторую информацию (о числе, коде и т.д.).

В соответствии с (1) в выражении (2) букву ξ удобно и целесообразно трактовать, как некоторую переменную или параметр, *определяющий значение основного свойства абстрактного математического объекта O_{Mi} , которое в общем случае представляет количество, поскольку любой конечный код можно взаимно-однозначно конвертировать в число и обратно*. Для простоты и наглядности лучше всего считать $\xi = O_{Mi}$ (что, собственно, и имеет место на самом деле). То есть угловые скобки \langle, \rangle , символ ξ и знак равенства понадобились лишь для того, чтобы подчеркнуть то обстоятельство, что числа (и коды) представляют собой основную группу объектов математики, имеющих одно, *не физическое* (а потому - напомним - *не функциональное*), свойство ξ . Заметим попутно, что на отсутствие физических свойств у чисел обращал внимание ещё Аристотель в главе 9 первой книги своей "Метафизики" [4].

Различие в описании физических объектов (1) и математических (2) тем не менее позволяет использовать однотипные математические конструкции как для формального представления различных формальных технологий в ОФТ, так и для базовых математических конструкций - различных алгебраических систем и производных от них алгебр и моделей - в математике, а именно: в виде конкретных формальных технологий, задаваемых тройками типа $\mathbf{T} = \langle \mathbf{B}, \mathbf{F}_T, \mathbf{F}_A \rangle$ в ОФТ [1], или в виде алгебраических систем, задаваемых аналогичными тройками типа $\mathbf{U} = \langle \mathbf{A}, \Omega_F, \Omega_P \rangle$ - в математике [5]. Заметим, что и смыслы обозначений для всех перечисляемых в \mathbf{T} и \mathbf{U} множеств одинаковы: \mathbf{B} - множество некоторых физических объектов материальной природы (атомов, молекул, деталей станка, компонентов какого-либо устройства, в том числе различных электронных ФБ, фрагментов здания, и т.д., и т.п.) или нематериальной природы (например, моделей указанных выше физических объектов и блоков, или объектов информационного характера - чисел, кодов и/или символов, конечных по времени отрезков аналоговых сигналов, и т.д.); в свою очередь множество \mathbf{A} - основное множество объектов типа (2) алгебраической системы \mathbf{U} . Аналогично: множества \mathbf{F}_T и \mathbf{F}_A определяются как конечные множества конечноместных технологических и аналитических (соответственно) операций над объектами из \mathbf{B} : $\mathbf{F}_T = \{F_1, F_2, \dots, F_m\}$ и $\mathbf{F}_A = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$; тогда как Ω_F - множество (математических) операций, определенных на \mathbf{A} ; а Ω_P - множество предика-

тов (математических аналогов операций анализа), заданных на A . Таким образом, базовое определение алгебраической системы как бы входит как частный случай в базовое определение формальной технологии с учётом особенностей представления соответствующих им объектов (2) и (1) и выполняемых над ними соответственно математических и формально-технологических операций. Это позволяет, с одной стороны, исследовать некоторые интересные свойства математики (как вычислительной технологии) с позиций ОФТ; во-вторых - легко переводить некоторые ключевые математические теоремы в утверждения ОФТ, придавая последним иногда весьма необычный смысл. Более того, в рамках ОФТ, как и в математике, становится возможной формулировка некоторого набора аксиом, касающихся теории «исчисления физических объектов», как она названа в работе [6], т.е. фактически - аксиом для давно искомой строгой научной версии «метафизики». Чтобы не быть голословными, приведём здесь один из возможных вариантов этих аксиом (касающийся только физических объектов, т.е. именно метафизики, если её понимать как некую «над-» или «сверх-» физику, в которой физика нашей Вселенной является, возможно, лишь частным случаем):

Аксиома 1. Существует пространство.

Аксиома 2. Существует время.

Аксиома 3. Существуют физические объекты.

Аксиома 4. Объект, полученный из любого исходного физического объекта с помощью операции типа синтеза или декомпозиции и подходящего присоединяемого или отсоединяемого (меньшего) физического объекта, есть физический объект.

Аксиома 5. (Аксиома повторяемости) Если два физических объекта получены с помощью одной и той же операции типа синтеза или декомпозиции при одинаковых условиях из одинаковых исходных физических объектов и одинаковых присоединяемых к ним или отсоединяемых от них физических объектов, то полученные физические объекты одинаковы.

Аксиома 6. Физические объекты могут обладать различными физическими свойствами.

Аксиома 7. Физические свойства различных физических объектов могут взаимодействовать друг с другом, вызывая у их носителей (т.е. у соответствующих физических объектов) определённое поведение (функциональность).

Аксиома 8. (Аксиома полной индукции) Если какое-либо предложение доказано для единицы (база индукции) и если из допущения, что оно верно для натурального числа n , вытекает, что оно верно для следующего за n натурального числа (индукционное предположение), то это предложение верно для всех натуральных чисел.

Отметим, что в данной версии формулировок аксиом понятия «пространство», «время», «физический объект», «меньший физический объект», «физическое свойство», «физическое взаимодействие» («функциональность») никак не специфицируются, т.е. понимаются в обычном, так сказать, традиционном, смысле. Это же замечание относится к терминам «операции типа синтеза» и «операции типа декомпозиции», которые понимаются просто как операции, соответственно соединяющие или разъединяющие объекты (неважно каким образом).

ОФТ в проектировании гетерогенных схем

Аксиома повторяемости наряду с остальными широко используются в различных исследованиях по ОФТ, включая работу [1], для доказательства многих утверждений (теорем), в том числе касающихся построения систем моделирования (на основе ОФТ-подхода) [7] и систем автоматического изобретения (т.е. автоматического синтеза) принципиально новых ФБ, причём не только в области электроники [8]. Тем не менее, наиболее существенные результаты на сегодняшний день с использованием концепций ОФТ достигнуты именно в об-

ласти синтеза нового класса электронных схем, которые получили название «гетерогенных» [3, 9, 10].

Согласно этому подходу и записям типа (1), если множество γ_i содержит на входе и выходе одни и те же типы сигналов и (или) параметров, то соответствующий электронный ФБ называется гомогенным, в противном случае - гетерогенным. Пример схемы гомогенного ФБ

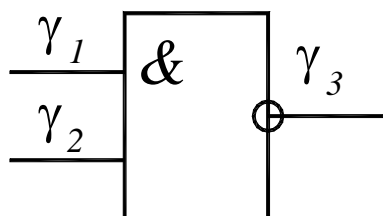


Рисунок 1 – Функциональный блок E_1 (логический элемент «2И-НЕ»)

E_1 - логического вентиля «2И-НЕ» с входными и выходными сигналами напряжения ТТЛ-уровней, приведён на рисунке 1. Совокупность входных и выходных сигналов и логической функции, т.е. - в соответствии с (1) - функциональности этого элемента, можно записать следующим образом:

$$E_1 = \langle \gamma_1, M_1 \rangle = \langle \{ \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3 \}, \{ \gamma_3 = \varphi_3(\gamma_1, \gamma_2) \} \rangle;$$

где $\varphi_3(\gamma_1, \gamma_2) = \overline{(\gamma_1 \& \gamma_2)} = \gamma_3$, символ " $\overline{\quad}$ " - символ инверсии, "&" - символ операции логического умножения.

Точно также функция логического элемента «2И-НЕ» будет записываться и в случае, если сигналы $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ будут относиться к сигналам различного типа или даже будут какими-либо различными электрическими параметрами. То есть сама функция ФБ при замене гомогенных сигналов на гетерогенные не изменится! В работе [3] показано, что для n типов электрических сигналов или параметров число их возможных гетерогенных парных сочетаний «вход-выход» равно $(n^2 - n) = n(n - 1)$, а число гомогенных - всего n , т.е. в $(n - 1)$ раз меньше.

В случае использования двухвходовых ФБ с одним выходом общее число гетерогенных сочетаний сигналов (параметров) по каждому из двух входов и выходу будет равно уже $(n^3 - n)$, если оба входа двухвходового ФБ могут иметь в том числе и одинаковые типы входных сигналов (параметров). Если же типы обоих входных сигналов (параметров) должны быть обязательно разными, то общее число различных гетерогенных сочетаний по обоим входам и выходу будет равно уже $(n^3 - n^2) = n^2(n - 1)$. Этот вариант иллюстрирует рисунок 2.

Для каждого из n типов выходных сигналов (параметров), изменяющихся на рисунке 2 в заданном порядке от первого слоя к последнему слою n , типы сигналов (параметров) первого входа ФБ в каждом слое меняются слева направо (от 1 до n), а типы сигналов (параметров)

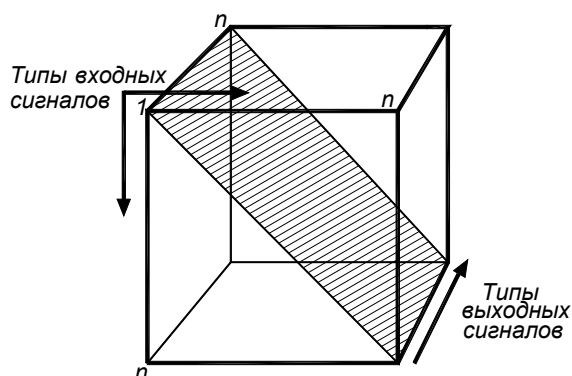


Рисунок 2 - Иллюстрация, поясняющая принципы подсчёта числа двухвходовых ФБ с полностью гетерогенными входами и выходами для n типов сигналов или параметров

второго входа ФБ - в том же порядке в тех же слоях сверху вниз. Ясно, что в этом случае все однотипные варианты для обоих входов ФБ будут лежать на диагонали каждого слоя, а для всех n слоёв - в области заштрихованной плоскости, как показано на рисунке 2. Общее число ФБ, соответствующих этой плоскости, равно, естественно, n^2 , а общее число ФБ в кубе - n^3 . Поскольку на диагонали куба в этой же плоскости (идущей из точки с координатами $\langle 1, 1, 1 \rangle$ к точке с координатами $\langle n, n, n \rangle$) лежат и все гомогенные сочетания сигналов на обоих входах и выходе соответствующих ФБ, то разница между общим числом ФБ в кубе и числом ФБ, соответствующих заштрихованной плоскости, даст ве-

личину полностью гетерогенных сочетаний по всем входам и выходам всех возможных гетерогенных ФБ, равную $(n^3 - n^2)$. При числе различных типов сигналов и параметров, равном 15 (то есть таком же, как и в работе [3]), число таких полностью гетерогенных ФБ будет равно 3150. Это существенно больше, чем число возможных гетерогенных ФБ, отличающихся только гетерогенными сочетаниями сигналов (параметров) по парам «вход-выход», которое равно 210 [3].

В ряде работ, в том числе в [11, 12], показано, что для реализации многих функционально-полных систем как булевых, так и алгебраических (аналоговых), функционально-полных по Шеннону [12], функций достаточно трёх-пяти типов ФБ с одним-двумя входами и таким же количеством выходов. Напомним, что функциональная полнота системы функций (для определённого множества A в алгебраической системе U или производных от неё алгебр) в математике означает возможность вычисления любой функции на A с использованием только набора функций заданной системы. На рисунке 3 приведён конкретный набор типов соответствующих ФБ, обеспечивающих практическую реализацию таких функционально-полных систем как для булевых, так и для алгебраических (аналоговых), функционально полных по Шеннону, функций.

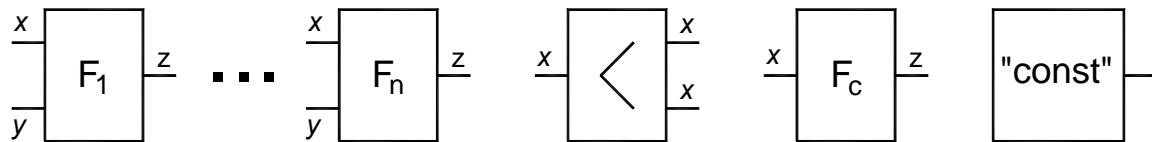


Рисунок 3 - Типовой набор ФБ, достаточный для реализации функционально-полных булевых или аналоговых (по Шеннону) систем функций

Двухвходовые ФБ типа $F_1 - F_n$ - блоки n типов, реализующих соответствующие n функций функционально-полной системы. Например, для булевой алгебры один из функционально-полных наборов включает только одну двухвходовую логическую функцию: $F_1 = \text{«2И-НЕ»}$ (т.е. нужен только один двухвходовой логический ФБ). Для функционально-полного (по Шеннону) набора аналоговых функций он содержит три типа следующих двухвходовых ФБ: $F_1 = kx$ (двухвходовой аналоговый ФБ масштабирования с коэффициентом масштабирования $k \in [0, m]$, $\infty \geq m \geq 1$); F_2 - двухвходовой аналоговый интегратор, выполняющий интегрирование входного сигнала x по времени, равному времени решения задачи, с начальными условиями, равными y ; $F_3 = -(x + y)$ - двухвходовой аналоговый сумматор-инвертор [12].

Важную роль для достижения функциональной полноты в этих наборах играет блок, обозначенный символом «<>», который получил название «разветвитель». Дело в том, что для некоторых типов сигналов (например, тока) и параметров невозможно дублирование входного сигнала (параметра), как мы это привыкли делать в гомогенных электронных системах, использующих сигналы напряжения - т.е. с помощью электрических проводов. Для «разветвления» сигналов (параметров) такого типа и нужен разветвитель - т.е. ФБ с одним входом и двумя выходами, дублирующий на них входной сигнал (параметр). Примером разветвителя токовых сигналов может служить идеальное токовое зеркало с двумя выходами.

Блок, обозначенный на рисунке 3 символом F_c - одноходовой ФБ. Примерами таких блоков могут служить аналоговые инверторы (в некоторых функционально-полных системах аналоговых функций) или двоичный инвертор (в иных, чем упомянутый выше, функционально-полных наборах булевых функций).

Наконец, ФБ, обозначенный «const» - источник некоторого фиксированного сигнала или параметра. Для функционально-полных систем булевых функций это может быть просто ис-

точник уровней «логический 0» или «логическая 1», для аналоговых - какой-либо актуальный опорный сигнал.

Таким образом, для приведённых выше примеров число различных ФБ, необходимых для реализации функционально-полного набора булевых функций, равно 3, для аналоговых (по Шеннону) - 5, что вполне соответствует сделанным ранее оценкам.

На основе рассмотренной онтологии оказалось возможным разработать формальные правила для проектирования различных многоцелевых программируемых аналого-цифровых систем типа «систем на кристалле» (МПАЦ СНК), а также для модернизации существующих фрагментов других аналого-цифровых подсистем. Например, для подсистем коррекции напряжения смещения нуля непрерывных дифференциальных операционных усилителей и компараторов, отличающихся от классических вариантов существенно меньшей площадью, занимаемой такой подсистемой на кристалле [3].

Помимо электронных гетерогенных схем, та же онтология оказалась эффективной и при разработке и проектировании других систем, в частности - при разработке и проектировании программируемых универсальных синтезаторов-анализаторов различных объектов в практических аналогах некоторых типов формальных технологий [1, С.210-281; 13], включая программируемые «микроработники» и «микрофабрики на кристалле» [1, С.260-272; 13; 14]; различные версии «дискретно-аналоговых машин и процессоров» (соответственно ДАМ и ДАП) для решения задач сопряжения компьютеров с внешним миром [1, С.233-260; 13]; при проектировании многоцелевых дистанционных лабораторий, позволяющих проводить через Интернет реальные эксперименты и лабораторные работы с достаточно свободным выбором тестового и измерительного оборудования и структуры самого эксперимента - в отличие от существующих аналогов с фиксированными архитектурными и аппаратными решениями [15].

Заключение

Общая формальная технология (ОФТ), как новое направление общесистемных исследований, изучающее формальные алгоритмические конструкции и структуры над гомогенными и гетерогенными физическими объектами, позволяет не только сформулировать основные онтологические признаки метафизики, как точной, логически-мотивированной науки, предсказанной ещё Аристотелем, но и предложить совершенно новые подходы и концепции для принципиально иной парадигмы проектирования, основанной на ОФТ-представлении электронных функциональных блоков (ФБ). Из такого представления совершенно очевидным образом вытекает возможность существования не только гомогенных электронных систем с однородным (гомогенным) характером обрабатываемых сигналов, но и гетерогенных систем обработки информации, в которых и сами обрабатываемые сигналы (или их аналоги - какие-либо параметры), и сами ФБ для их обработки, могут быть гетерогенными, т.е. - разнородными. При этом пространство потенциальных гетерогенных схемных решений оказывается значительно больше, чем хорошо изученное пространство проектирования классических электронных гомогенных систем. Это позволяет надеяться в определённых случаях и на более эффективные по каким-либо критериям схемотехнические решения, чем существующие. Последний факт подтверждён путём сравнения суммарной площади, занимаемой на кристалле классическими схемами коррекции смещения нуля непрерывных дифференциальных операционных усилителей, и площади, занимаемой их гетерогенными аналогами, синтезированными в соответствии с рассмотренной онтологией. Площадь, занимаемая новыми гетерогенными вариантами, оказалась существенно меньше площади, занимаемой классической реализацией, что подтверждает эффективность и полезность предлагаемого подхода.

Таким образом, наличие в ОФТ формального, близкого к математике аппарата, позволяет надеяться на создание новых, более универсальных онтологий проектирования электронных систем в виде совокупностей знаний о гомогенных и гетерогенных ФБ и формальных концепций их объединения в функционально-законченные системы, то есть на создание таких языков описания онтологий, которые позволяли бы в буквальном смысле «вычислять» новые, эффективные схемы ФБ.

Список источников

- [1] Крылов, С.М. Формальная технология и эволюция [Текст]. - М.: Машиностроение-1, 2006.-384с
- [2] Крылов, С.М. Формально-технологические модели в общей теории систем [Текст]. // Известия Самарского научного центра РАН, т.5, №1, 2003, сс.83-90.
- [3] Гребенщиков Н.Е., Крылов С.М. Сараев М.В. Разработка гетерогенных схем для аналого-цифровых систем на кристалле [Текст]. // Известия Самарского научного центра РАН, т.11, №5 (2), 2009, сс.399-403.
- [4] Аристотель. Метафизика. Переводы. Комментарии. Толкования [Текст] /Сост.и подготовка текстов С.И.Еремеев. - СПб.: Алетейя, 2002.-832с.
- [5] Мальцев, А.И. Алгебраические системы [Текст]. - М.: Наука, 1970.-392с.
- [6] Fontana W., Buss L.W. The barrier of objects: From dynamical systems to bounded organizations [Текст]. In: Boundaries and Barriers, J. Casti and A. Karlqvist (eds.), Addison-Wesley, 1996, pp. 56-116.
- [7] Грачёв И.А., Крылов С.М., Чолаков Н.А. Разработка языка моделирования для системы моделирования, основанной на формально-технологическом подходе [Текст]. В кн.: "Компьютерные технологии в науке, практике и образовании". Труды пятой Всероссийской межвузовской научно-практической конференции. - Самара: СамГТУ, 2006, сс.30-33.
- [8] Крылов С.М. Автоматизация изобретения новых технических функциональных систем с использованием формально-технологического подхода [Текст]. В кн.: "Компьютерные технологии в науке, практике и образовании". Труды седьмой Всероссийской межвузовской научно-практической конференции. - Самара: СамГТУ, 2008, сс.162-165.
- [9] Крылов С.М., Сараев М.В. Синтез конфигурируемых блоков для аналого-цифровых систем-на-кристалле с использованием гетерогенных функциональных компонентов [Текст] // Вестник Самарского государственного технического университета, Серия технические науки. № 2 (20), 2007, сс.58-63.
- [10] Гребенщиков Е.Н., Крылов С.М., Сараев М.В. Анализ потенциала гетерогенных функциональных блоков с гетерогенными входами для многофункциональных программируемых аналого-цифровых систем на кристалле [Текст]. В кн.: "Компьютерные технологии в науке, практике и образовании". Труды десятой Всероссийской межвузовской научно-практической конференции. - Самара: СамГТУ, 2011, сс.240-242.
- [11] Крылов С.М., Сараев М.В. Функциональная полнота вычислительной системы [Текст]. В кн.: "Компьютерные технологии в науке, практике и образовании". Труды седьмой Всероссийской межвузовской научно-практической конференции. - Самара: СамГТУ, 2008, сс.194-197.
- [12] Шеннон К. Математическая теория дифференциального анализатора [Текст] / К. Шеннон. Работы по теории информации и кибернетике. Пер.с англ. - М.: Иностранная литература, 1963, СС 709-728.
- [13] Крылов, С.М. Неокибернетика: алгоритмы, математика эволюции и технологии будущего [Текст] - М: URSS, Издательство ЛКИ, 2008.-288с.
- [14] Krylov, S.M. Universal Programmable Completely Automated Factories-on-a-Chip [текст]. Proceedings of the 9th International Conference on the Commercialization of Micro and Nano Systems COMS2004. Aug.29 - Sept.2, 2004, Edmonton, Alberta, Canada. - MANCEF, Washington, 2004, pp.269-273.
- [15] Крылов С.М., Толчев В.Н. Многофункциональные дистанционные лаборатории для проведения реальных лабораторных работ и экспериментов [Текст] // Вестник Самарского государственного технического университета, Серия технические науки. № 1 (29), 2011, СС.85-91.

Сведения об авторах



Крылов Сергей Михайлович, 1948 г. рождения. Окончил Куйбышевский политехнический институт в 1973 г. Доктор техн. наук, профессор кафедры вычислительной техники Самарского государственного технического университета. Член международной «Ассоциации по вычислительной технике» (ACM) и «Американской ассоциации развития науки» (AAAS). Автор более 120 работ, включая три монографии: в области точной философии, общей теории систем, формальной технологии, метафизики и многоцелевых программируемых систем для различных технологий.

Sergey Mikhailovich Krylov (b. 1948) graduated from Kuibyshev polytechnic institute in 1973. D. Sc. (Eng.), professor of Computer Department in Samara State Technical University. Member of “Association for Computing Machinery” (ACM) and “American Association for the Advancement of Science” (AAAS). He is the author and co-author of more than 120 publications, including 3 monographs, in the field of exact philosophy, General System Theory, General Formal Technology, metaphysics, and multipurpose programmable systems for various technologies.



Гребенищikov Евгений Николаевич, 1986 года рождения. В 2010 окончил Самарский государственный технический университет, факультет автоматизации и информационных технологий, кафедра «Вычислительная техника», в настоящее время является аспирантом этой кафедры. Автор нескольких статей в области формальной технологии и синтеза гетерогенных схем.

Evgeniy Nikolaevich Grebenshchikov (b. 1986), graduated from Samara State Technical University, Computer Science Department, in 2010. At present he is a postgraduate student in Computer Science. He is the author and co-author of several publications in the field of General Formal Technology and Heterogeneous Electronics Systems Development.

УДК 004

АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ИЕРАРХИЙ ТИПОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РЕФАКТОРИНГА

С.Д. Махортов¹, М.Д. Шурлин²

Воронежский государственный университет

¹sd@expert.vrn.ru²mshurlin@gmail.com

Аннотация

При проектировании и модернизации объектно-ориентированных информационных систем оказываются полезными алгебраические методы. Такие методы, в частности, могут служить основой для верификации и оптимизации программного кода. В настоящей работе рассматривается класс основанных на решетках алгебраических структур, описывающих иерархию типов в объектно-ориентированном программировании. Исследуются свойства таких структур, включая замкнутость, эквивалентность преобразований, существование логической редукции. Методология предназначена для верификации и модернизации иерархий типов, важным направлением которой является автоматизированное устранение избыточности кода.

Ключевые слова: иерархия типов, алгебраическая система, проектирование, рефакторинг.

Введение

Алгебраические системы предоставляют основу формальных исследований компьютерных программ в различных парадигмах [1–2]. Это относится и к логическому программированию, включая широко распространенные на практике системы продукционного типа [3]. В ряде работ (см. [4] и библиографию в ней) была предложена методология алгебраизации продукционно-логических систем на основе бинарных отношений и решеток. Получены теоретические результаты для обоснования эквивалентных преобразований, верификации и оптимизации таких систем. Решетка с заданным на ней дополнительным продукционным отношением названа LP-структурой (lattice production structure).

Исследования показали применимость данной методологии в различных областях теории программирования. В работе [5] впервые установлено, что отношения обобщения и агрегации типов обладают свойствами продукционно-логического вывода. В результате построен класс LP-структур для моделирования иерархий типов в целях рефакторинга – модернизации кода. В этой модели в LP-структуре из решеточных операций в качестве основной использовалась лишь операция объединения. Данное обстоятельство ограничило возможности теории формализацией единственного метода рефакторинга – *поднятия общих атрибутов* (общий обзор известных методов содержится в [6, 7]). Статья [8] развивает теорию LP-структур для иерархий типов. В результате «инвертирования» модели [5] получен новый метод рефакторинга. Суть данного метода, не упоминающегося в классическом перечне рефакторингов [6], состоит в замене нескольких атрибутов класса их общим потомком (*совмещение атрибутов*).

Настоящая работа посвящена алгебраической модели, объединяющей функциональность моделей [5] и [8]. Для нового вида LP-структур рассматривается стандартный круг вопросов: логическое замыкание, его архитектура, эквивалентные преобразования, логическая редукция и способ ее построения. Представленные результаты расширяют возможности исследования и модернизации иерархий типов.

Решение родственных задач алгебраическими методами анализа формальных понятий (FCA) представлены в [9], где элементам определенного множества классов предлагается в некотором смысле оптимально назначить наборы атрибутов – элементов другого независимого множества. В соответствии с выбранными назначениями формируется иерархия классов. В постановке, которая рассматривается авторами настоящей работы, в отличие от [9], атрибуты сами относятся к исследуемой иерархии классов (типов), что усложняет задачу и не оставляет возможности непосредственного применения методов FCA.

В разделе 1 работы приводятся необходимые базовые сведения из теории бинарных отношений и математических решеток. Основная часть раздела содержит предварительное обсуждение рассматриваемых задач на конкретных примерах, а также их приложений. Данное обсуждение служит иллюстрацией и отправной точкой для определения LP-структуры в разделе 2, где формулируются основные теоретические результаты. Их доказательства планируются к опубликованию в математическом издании. Тем не менее, ввиду двойственности построенной модели по отношению к рассмотренной в работе [5], общее представление о методике доказательств может быть получено в [5].

В разделе 3 обсуждаются вопросы компьютерной реализации LP-структур на решетках типов, включая оценки вычислительной сложности решаемых задач.

1 Обозначения и решаемые задачи

Необходимые для чтения статьи сведения о решетках содержатся в [10]. Решеткой называется частично упорядоченное множество F , в котором наряду с отношением \leq («не больше», «содержится») определены также две двуместные операции \wedge («пересечение») и \vee («объединение»), вычисляющие соответственно точную нижнюю и верхнюю грани любой пары $a, b \in F$. Решетка называется ограниченной, если она содержит общие верхнюю и нижнюю грани – такие два элемента O, I , что $O \leq a \leq I$ для любого $a \in F$.

Рассмотрим иерархию типов F в объектно-ориентированной программной системе. Между парами типов могут существовать как минимум два вида связей – наследование и агрегация [6].

Отношение наследования порождает на F частичный порядок: если тип b – потомок a (соответственно a – предок b), то $b \leq a$. Требуется, чтобы для любых $a, b \in F$ были определены две «решеточные» операции: пересечение $a \wedge b$ – наибольший общий потомок; объединение $a \vee b$ – наименьший общий предок a, b .

На решетке F рассмотрим второе, соответствующее агрегации, отношение R : если экземпляр типа a в качестве атрибута содержится в определении типа b , то $(b, a) \in R$. Оба отношения (\leq и R) имеют общую семантику: в каждом случае, $b \leq a$ или $(b, a) \in R$, тип b получает возможности типа a в виде доступа к его атрибутам. Ясно, что это общее отношение «обладания набором возможностей» (обозначим его \leftarrow^R) обязано быть рефлексивным и транзитивным. Обсудим другие свойства введенных отношений.

Пусть для элементов $a, b_1, b_2 \in F$ справедливо $b_1 \leq a, b_2 \leq a$. Тогда по определению решетки [9] имеем $b_1 b_2 \leq a$. Это естественное для отношения \leq свойство (согласно [4]) называется \vee -дистрибутивностью. Посмотрим, что будет означать обладание этим же свойством для отношения \leftarrow^R . Пусть $b_1 \leftarrow^R a$ и $b_2 \leftarrow^R a$, то есть каждому типу b_1 и b_2 доступны возможности типа a . Тогда в силу предполагаемой \vee -дистрибутивности имеем $b_1 b_2 \leftarrow^R a$. Последнее означает, что тип $b_1 b_2$ также обладает возможностями типа a . С точки зрения проектирования типов это не обязательно. Однако, если более одного типа-наследника (в данном случае – b_1 и b_2) содержат одинаковые атрибуты, то, согласно принципу рефакторинга [6], целесообразно «поднять» общие атрибуты, то есть поместить один такой атрибут в об-

щий тип-предок b_1b_2 , после чего каждый b_1 и b_2 получит возможности a в порядке наследования. В рассмотренной ситуации \vee -дистрибутивность отношения \leftarrow^R содержит решение актуальной задачи – устранение дублирования кода.

Указанное свойство исследовано в работе [5]. В частности, показано, что отношение \leftarrow^R , обладая свойством транзитивности вне зависимости от контекста, не может во всех ситуациях удовлетворять свойству \vee -дистрибутивности, иначе это приведет к некорректным результатам. Продемонстрируем отмеченное обстоятельство на примерах.

Пример 1. Для иллюстрации рассмотрим пример: $b \leftarrow^R a$ и $a \leftarrow^R a$. При \vee -дистрибутивности \leftarrow^R выполнялось бы $ba \leftarrow^R a$. Согласно принципам объектно-ориентированного программирования, тип $b \vee a$ не имеет права что-либо знать о своих наследниках. По этой причине в данной ситуации $b \vee a$, являясь общим предком типов a и b , может обладать возможностями типа a лишь в случае, если он совпадает с a (то есть $b \leq a$). В остальных вариантах соотношение $ba \leftarrow^R a$ окажется некорректным.

Пример 2. Существуют ситуации, когда выполнение \vee -дистрибутивности отношения \leftarrow^R теоретически возможно, однако нецелесообразно с точки зрения качества кода. Пусть при $b_1 \leftarrow^R a$, $b_2 \leftarrow^R a$ элементы b_1b_2 и a имеют непустое пересечение: $(b_1b_2)a = d \neq \emptyset$, причем $d < b_1b_2$ и $d < a$. Если в данном случае допустить $(b_1b_2, a) \in R$, то окажется, что тип d обладает возможностями типа a одновременно по двум линиям, а именно – как его потомок и как потомок типа b_1b_2 , также имеющего возможности a . Недостаток такого кода состоит в его избыточности – разрыв связи $d < a$ (при $a \neq I$) не приведет к потере функциональности системы типов.

Пример 3. Другая подобная ситуация – наличие конфликта. Пусть имеет место $(b_1, a), (b_2, a), (b_3, a) \in R$, причем элементы $b_1, b_2, b_3, b_1b_2, b_2b_3$ попарно различны и $(b_1b_2)(b_2b_3) = b_2$. Тогда пары $(b_1, a), (b_2, a)$ «конфликтуют» с парами $(b_2, a), (b_3, a)$: если в обоих случаях «поднять» атрибуты, то тип b_2 унаследует атрибут типа a одновременно от двух различных предков – b_1b_2 и b_2b_3 , что также ухудшит код.

В работе [5] формально описаны ситуации подобных коллизий и построена LP-структура с ограниченным свойством \vee -дистрибутивности. Данное свойство сохраняется лишь для \vee -дистрибутивных и так называемых неконфликтных в R троек (b_1, b_2, a) элементов решетки. Принятая стратегия предполагает отказ от «поднятия» общих атрибутов при наличии описанных ситуаций (невыполнение \vee -дистрибутивности).

Как известно, в основанных на решетках алгебраических системах операции объединения и пересечения порождают двойственные свойства (например, законы де Моргана). Подобная закономерность имеет место и в стандартных LP-структурах [4], где наряду с \vee -дистрибутивностью бинарных отношений рассмотрено симметричное свойство – \wedge -дистрибутивность. Выясним, что означает свойство \wedge -дистрибутивности применительно к отношению \leftarrow^R .

Предположим, что для элементов $a_1, a_2, b \in F$ выполнено $b \leq a_1, b \leq a_2$. Тогда по определению решетки справедливо $b \leq a_1a_2$. Такое свойство частичного порядка \leq на решетке называется \wedge -дистрибутивностью [4]. Распространим его на отношение \leftarrow^R . Пусть $b \leftarrow^R a_1$ и $b \leftarrow^R a_2$, то есть тип b обладает возможностями типов a_1 и a_2 . В силу предполагаемой \wedge -дистрибутивности получим $b \leftarrow^R a_1a_2$. Таким образом, тип b также обладает возможностями типа a_1a_2 . Как и выше, с точки зрения проектирования типов последнее соотношение обязательным не является. Его семантика такова: если тип имеет два или более различных атрибута, то эти атрибуты можно заменить единственным атрибутом, относящимся к ближайшему общему потомку типов исходных атрибутов. Нетрудно увидеть, что такая реорганизация делает определение типа-контейнера более компактным с сохранением его функциональности.

Данный метод рефакторинга был назван «совмещением атрибутов» [8]. Он применим лишь для иерархий типов с множественным наследованием, однако его актуальность оправдана популярностью языка C++.

Выясним далее вопрос о том, насколько в данной алгебраической модели типов свойство \wedge -дистрибутивности отношения \leftarrow^R универсально, и не окажутся ли его ограничения двойственными по отношению к описанным выше ограничениям \vee -дистрибутивности.

Пример 4. Для иллюстрации рассмотрим случай двойственности по отношению к примеру 1: $b \leftarrow^R a$ и $b \leftarrow^R b$. При \wedge -дистрибутивности отношения \leftarrow^R должно быть выполнено $b \leftarrow^R ba$. Аналогично исходному примеру 1, тип b не имеет права что-либо знать о своем типе-наследнике $b \wedge a$. По этой причине тип b , являясь предком типа $b \wedge a$, может обладать его возможностями лишь в случае $b \leq a$, иначе соотношение $b \leftarrow^R ba$ окажется некорректным.

Пример 5. Пусть при $b \leftarrow^R a_1$, $b \leftarrow^R a_2$ элементы b и $a_1 a_2$ имеют объединение $b(a_1 a_2) = d \neq I$, причем $b < d$ и $a_1 a_2 < d$. Если в данном случае допустить $(b, a_1 a_2) \in R$, то окажется, что тип b обладает возможностями другого типа d одновременно по двум линиям, а именно – и как его потомок, и как контейнер типа $a_1 a_2$, также имеющего возможности d в порядке наследования. Недостатки такого кода (подобно примеру 2) заключаются в его избыточности – разрыв связи $a_1 a_2 < d$ не приведет к потере функциональности системы типов.

Пример 6. Рассмотрим конфликтную ситуацию, двойственную по отношению к примеру 3. Пусть (b, a_1) , (b, a_2) , $(b, a_3) \in R$, причем элементы $a_1, a_2, a_3, a_1 a_2, a_2 a_3$ попарно различны и $(a_1 a_2)(a_2 a_3) = a_2$. Тогда пары (b, a_1) , (b, a_2) «конфликтуют» с парами (b, a_2) , (b, a_3) . Этот факт означает, что если в обоих случаях совместить атрибуты (применив свойство \wedge -дистрибутивности), то тип b получит возможности типа a_2 одновременно посредством двух атрибутов – $a_1 a_2$ и $a_2 a_3$, что также ухудшит код.

В работе [8] формально описаны ситуации, в которых отношение \leftarrow^R не сохраняет свойство \wedge -дистрибутивности, и построена LP-структура с его ограничением. Данное свойство выполняется только для \wedge -дистрибутивных и так называемых неконфликтных в R троек (b, a_1, a_2) элементов решетки. Принятая стратегия предполагает отказ от «совмещения» общих атрибутов при наличии описанных ситуаций (невыполнение \wedge -дистрибутивности). Теоретически возможны и другие подходы, более тонко учитывающие особенности конкретных систем.

Анализируя примеры 4–6 в сравнении с соответствующими примерами 1–3, нетрудно прийти к выводу о двойственном характере ограничений свойств \wedge -дистрибутивности и \vee -дистрибутивности отношения \leftarrow^R , которые необходимы для адекватного моделирования иерархий типов. Отмеченный факт служит подтверждением естественности разрабатываемых алгебраических моделей, и, в частности, вводимых ограничений дистрибутивности.

Заметим, что с помощью LP-структур рассматривается некоторая обобщенная постановка задач «распределения возможностей» между типами. Варианты, когда типы по каким-либо практическим соображениям содержат в виде атрибутов представителей одних и тех же типов с различными идентификаторами, в расчет не принимаются. На практике тип может содержать много атрибутов, но не все они одинаково существенны при построении иерархии. Кроме того, алгебраические модели в большей степени предназначены для автоматизированного рефакторинга, чем автоматического, то есть окончательное решение о конкретных преобразованиях типов остается за программистом.

2 Основные результаты

На основе представленных выше соображений в данном разделе определяется понятие логического бинарного отношения на ограниченной решетке. Оно отражает свойство «обладания набором возможностей» в иерархии типов.

Логическое замыкание произвольного бинарного отношения на решетке предоставляет все такие пары (b, a) , что в типе b доступны возможности типа a . Решив задачу построения логического замыкания, можно автоматизировать верификацию системы типов. К таким задачам, в частности, относится исследование LP-структуры на наличие циклов. Исходя из предметной области, можно также формулировать правила, которым должна удовлетворять система типов, и контролировать их выполнение. Например, возможна проверка системы на наличие необходимых или отсутствие запрещенных логических связей.

Логическая редукция строит иерархию с минимальным эквивалентным набором связей. В моделируемой системе типов данное преобразование соответствует автоматическому применению упомянутых выше двух методов рефакторинга.

Определение 1. Бинарное отношение на решетке называется ограничено дистрибутивным, если оно ограничено \vee -дистрибутивно [5] и ограничено \wedge -дистрибутивно [8].

Определение 2. Отношение называется логическим, если оно содержит \leq , транзитивно и ограничено дистрибутивно. Логическим замыканием R называется наименьшее логическое отношение, содержащее R .

Два отношения R_1 и R_2 , определенные на общей решетке, называются эквивалентными, если их логические замыкания совпадают. Логической редукцией отношения R называется минимальное эквивалентное ему отношение R_0 . При этом не требуется вложения $R_0 \subset R$. Можно говорить о некотором отношении R_0 как логической редукции вообще, не относя этот факт к какому-либо другому отношению R . Это означает, что при изъятии любой пары «меньшее» отношение не будет эквивалентно R_0 .

Теорема 1. Для произвольного бинарного отношения R на решетке логическое замыкание существует.

Теорема 2. Пусть R – бинарное отношение на решетке. Тогда каждая из следующих операций на R приводит к эквивалентному отношению:

добавление или исключение пары (b, a) , если $b \leq a$;

добавление пары $(b_1 b_2, a)$, если тройка (b_1, b_2, a) \vee -дистрибутивна и неконфликтна в R ;

добавление пары $(b, a_1 a_2)$, если тройка (b, a_1, a_2) \wedge -дистрибутивна и неконфликтна в R ;

добавление или исключение пары (b, a) при наличии пар $(b, c), (c, a) \in (R \cup \leq)$, где a, b, c попарно различны.

В [4] и других работах для стандартных структур показано, что логическое замыкание отношения R совпадает с транзитивным замыканием другого отношения $\check{R} \supseteq R$, построенного в виде некоторого многообразия над R . Этот факт позволяет свести ряд вопросов, касающихся логических отношений, к соответствующим проблемам транзитивных отношений. В частности, построение логического замыкания или редукции можно осуществить с помощью быстрых алгоритмов (типа Уоршола) [11]. В рамках модели, основанной на ограниченной дистрибутивности, также удастся разделить процесс построения логического замыкания на этапы дистрибутивного и транзитивного замыканий.

Для отношения R на решетке рассмотрим отношение \check{R} , построенное последовательным выполнением следующих шагов:

для каждой неконфликтной \vee -дистрибутивной тройки $(b_1, b_2, a) (b_1 \neq b_2)$ добавить к исходному отношению пару $(b_1 b_2, a)$;

для каждой неконфликтной \wedge -дистрибутивной тройки $(b, a_1, a_2) (a_1 \neq a_2)$ добавить к исходному отношению пару $(b, a_1 a_2)$;

к полученному отношению добавить отношение \leq .

Заметим, что по теореме 2 отношение \check{R} эквивалентно R .

Теорема 3. Логическое замыкание отношения R совпадает с транзитивным замыканием \check{R}^* соответствующего отношения \check{R} .

Изучен вопрос о существовании и построении логической редукции LP-структур на решетках типов. Справедлива следующая теорема.

Теорема 4. Пусть для отношения R построено соответствующее отношение \check{R} . Тогда, если для \check{R} существует транзитивная редукция R^0 , то отношение \underline{R}^0 , полученное исключением из R^0 всех пар вида $b \leq a$, представляет собой логическую редукцию исходного отношения R .

3 Вопросы реализации

Кратко обсудим некоторые вопросы практической реализации рассмотренных выше LP-структур и, соответственно, вычислительной сложности построения их логического замыкания и редукции. Настоящая работа в основном посвящена теоретическим результатам обоснования решения этих задач. Создание готовых к реализации оптимальных алгоритмов может служить предметом отдельной статьи. Однако краткое обсуждение алгоритмических вопросов поможет составить общее представление о практической применимости теории LP-структур на решетках типов.

Заметим, что разработка алгоритмов на абстрактных решетках и получение оценок их сложности в общем случае не приносят оптимистичных результатов. Например, популярный вид решетки булеан при количестве атомов n состоит из 2^n различных элементов, со всеми вытекающими «алгоритмическими последствиями».

Для общих решеток разработаны методы их представления деревьями и битовыми векторами [12]. В частности, булеан может быть представлен множеством битовых векторов размерности n . Каждому атому решетки соответствует вектор с одной единицей в соответствующей позиции и остальными нулями. Вычисление решеточных операций сводится к вычислению побитовых логических операций сложения и умножения над компонентами векторов. Нельзя сказать, что операция над двумя векторами будет выполняться за константное время, поскольку разрядность компьютера (например, 32 или 64) может оказаться недостаточной для представления битового вектора единственным словом памяти. Тем не менее, сложность операции $n / 32$ или $n / 64$ приемлема при общем количестве элементов решетки 2^n .

Однако решетка типов обычно не является дистрибутивной, и число ее элементов относительно невелико. По этой причине в данном случае допустимо выбрать в качестве основы анализа сложности величину N – общее число элементов решетки, а также хранить саму решетку и бинарные отношения на ней в виде матриц смежности размера $N \times N$. Таким образом, в рамках настоящей работы можно абстрагироваться от низкоуровневых проблем представления решеток. В рамках такого допущения оказывается справедливой следующая теорема.

Теорема 5. Задачи нахождения логического замыкания и логической редукции LP-структуры на решетке типов решаются за полиномиальное время, не превышающее $O(N^6)$, где N – общее число элементов решетки.

Заключение

Представленные результаты создают теоретическую основу для автоматизированных исследований иерархий типов в объектно-ориентированных информационных системах, включая эквивалентные преобразования, верификацию и оптимизацию. Они могут быть использованы для практического проектирования или модернизации иерархий типов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] Подловченко Р.И. Иерархия моделей программ // Программирование. 1981. № 2. – С. 3–14.
- [2] Замулин А.В. Алгебраическая семантика императивного языка программирования // Программирование. 2003. № 6. – С. 51–64.
- [3] Davis R., King J. An overview of production systems // Machine Intelligence. – Chichester : Ellis Horwood Limited, 1977. Vol. 8. – P. 300–332.
- [4] Махортов С.Д., Подвальный С.Л. Алгебраический подход к исследованию и оптимизации баз знаний продукционного типа // Информационные технологии. 2008. № 8. – С. 55–60.
- [5] Махортов С.Д. LP-структуры на решетках типов и некоторые задачи рефакторинга // Программирование. 2009. Т. 35. № 4. – С. 5–14.
- [6] Фаулер М. Рефакторинг: улучшение существующего кода : пер. с англ. – СПб. : Символ-Плюс, 2004.
- [7] Mens T., Tourw'e T. A Survey of Software Refactoring // IEEE Trans. on Software Engineering. 2004. Feb. Vol. 30(2). – P. 126–139.
- [8] Махортов С.Д. LP-структуры для обоснования и автоматизации рефакторинга // Программная инженерия. 2010. № 2. – С. 13–25.
- [9] Godin R., Valtchev P. Formal Concept Analysis-Based Class Hierarchy Design in Object-Oriented Software Development // Formal Concept Analysis/ Eds. B. Ganter, G. Stumme, R. Wille // LNCS. V. 3626. – Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2005. – P. 304–323.
- [10] Биркгоф Г. Теория решеток : Пер. с англ. – М.: Наука, 1984.
- [11] Aho A.V., Garey M.R., Ulman J.D. The transitive reduction of a directed graph // SIAM J. Computing. 1972 1 : 2. – P. 131-137.
- [12] Halib M., Nourine L. Bit-vector encoding for partially ordered sets // LCNS. V. 831. – Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 1994. – P. 1–12.

Сведения об авторах



Махортов Сергей Дмитриевич, 1958 г. рождения. Окончил Воронежский государственный университет (1980), д. ф.-м. н. (2010, МГУ). Заведующий кафедрой Математического Обеспечения ЭВМ Воронежского государственного университета. Член редколлегии журналов «Программная инженерия», «Вестник ВГУ. Серия системный анализ и информационные технологии», включенных в перечень ВАК, член диссертационного совета Д 212.038.24, председатель Воронежского регионального отделения Российской ассоциации искусственного интеллекта, рецензент IEEE “Transactions on Knowledge and Data Engineering”.

Sergey D. Makhortov (b. 1958) graduated from the Voronezh State University (1980), D. of Phys.-Math. Sc. (2010, MSU). Head of Department of Applied and System Software at Voronezh State University. Reviewer for IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, member of editorial boards of the journals “Software Engineering” and “Proceedings of Voronezh State University. Ser. Systems analysis and information technologies”, head of Voronezh Regional Division of the Russian Association for Artificial Intelligence, member of the Dissertation Council D 212.038.24.



Шурлин Максим Дмитриевич, 1987 г. рождения. Окончил Воронежский государственный университет (2009). Преподаватель кафедры Математического обеспечения ЭВМ Воронежского государственного университета, ведущий разработчик компании Murano Software.

Maxim D. Shurlin (b. 1987) graduated from the Voronezh State University (2009). Holding a part-time position of lecturer at Applied and System Software department at Voronezh State University. Senior .NET developer at Murano Software, Inc.

УДК 62-1

АКТУАЛИЗАЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ СТАНДАРТОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ: ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД

В.А. Углев

*Центр прикладных исследований Сибирского федерального университета в г. Железногорске
uglev-v@yandex.ru*

Аннотация

Статья описывает подход к организации стандартизирующих высокотехнологичную продукцию документов с максимальным эффектом актуализации их содержания. Обозначены базовые проблемы разработки подобных документов и метод их декомпозиции для формирования статического и динамического частей поля знаний о предметной области и стратегии принятия решений. В качестве инструмента организации знаний применяется онтологический подход, предполагающий формирование как частных онтологий, так и метаонтологий. Для обеспечения автоматизированного варианта формирования проектных альтернатив и принятия близких к оптимальным решений рассматривается реализация онтологизированного стандарта в виде полноценной системы поддержки принятия решений.

Ключевые слова: стандартизация, онтологии, проектирование, инженерия знаний, системы поддержки принятия решений, системная инженерия.

Введение

Проектирование, как область инженерного знания, предполагает системный взгляд на создаваемые высокотехнологичные объекты. С увеличением сложности исполнения и числа механизмов и приборов растут и затраты на их проектирование. Перед проектировщиками архитектуры таких систем (главные конструкторы, системные инженеры) должны проходить тысячи альтернативных решений, имеющих различную степень важности и актуальности [1]. Особенно остро проблема проектирования сложных механизмов ощущается при создании сложных мелкосерийных или штучных технических объектов. К ним можно отнести необитаемые подводные аппараты, спутники связи, луноходы и прочие. При разработке каждого следующего подобного аппарата необходимо учитывать последние достижения науки и техники и, в то же время, опираться на ограничения государственных стандартов. Но всегда ли эти ограничения помогают при создании высокотехнологичной штучной продукции? Очевидно, что нет. Но и игнорирование стандартов не является удовлетворительным решением проблемы.

Рассмотрим проблему проектирования сложных технических объектов (СТО) в разрезе оптимального подбора их элементов с помощью механизма онтологий, при учёте наличия ограничений со стороны регламентирующих документов.

1 Проблема обновления содержания стандартов при проектировании СТО

Государственные стандарты (ГОСТы), как инструмент контроля качества, эффективно применяются в нашей стране уже многие десятилетия. Благодаря им появляется возможность оценить с различных точек зрения те или иные технические решения, упорядочить

процесс производства и контроля качества, препятствовать применению недостаточно апробированных методик и технических решений. В принципе, в тех отраслях, где рыночные свойства продукта инженерной мысли не требуют учёта последних достижений науки и техники, ГОСТы являются приемлемым механизмом регулирования процессов принятия проектных решений.

Но есть и другой класс СТО, тактико-технические характеристики которых принципиально зависят от эффективности исполнения каждой подсистемы. Например, успешность работы современных высокотехнологичных СТО в значительной степени зависит от применения в них современных системы управления, от новых электронных компонентов, от оригинальных алгоритмов анализа данных и знаний. Но, в силу определённых обстоятельств, эти решения затруднено применить, не входя в противоречие с действующими ГОСТами. На их изменение нужно время, а так же преодоление монополии отдельных структур, использующих сложившуюся ситуацию в своих целях¹. Даже если в проектируемом аппарате конкурентные свойства уступают зарубежным аналогам, регламентирующие документы порой не позволяют принять стратегически важные решения. Поэтому необходимо иметь разумный механизм включения новых знаний в состав стандартов, научно обосновывающий процессы принятия проектных решений.

2 От структуры стандарта к онтологии

Стандарты, регламентирующие деятельность специалистов в любой области знаний, имеют определённое построение [2]. Оно формируется в виде набора документов, объединённых в иерархическую структуру: от терминов и определений к конкретным методикам и рекомендациям. При этом можно заметить, что при появлении новых фрагментов знаний, эта структура обычно не меняется, а лишь пересматриваются её отдельные части. Поэтому можно выделить два вида информации: статическую и динамическую. Статическая информация включает в себя общие положения, словарь терминов, обобщённые критерии оценки объекта стандартизации. В ту часть, которая может измениться при появлении более нового решения, входят модели и методики расчёта частных показателей оценки стандартизуемого СТО, а так же рекомендации по их применению. Например, при проектировании космического аппарата (спутника), состав его подсистем и интегральных показателей будет статичен, а вот особенности работы бортовой контролирующей системы, контрольно измерительной системы или подсистемы сбора телеметрии могут существенно меняться от проекта к проекту. И эти изменения продиктованы не только требованиями потребителей, но и банальным изменением парадигмы [3] решения подобного класса задач в технике².

Что же тогда препятствует фиксации одной части стандарта и раскрытия для изменений других частей? Трудность заключается в том, что эта динамическая часть и является узким местом, допускающим применения слабо проработанных решений. Но тогда будет рационально ввести фактор времени, учитывающий появление новых подходов. Это даёт возможность представить в рамках одного документа не одно решение, являющееся господствующим на данном отрезке времени, а сразу несколько. Тогда модель принятия проектного решения P можно представить следующим образом:

$$(1) \quad P = \langle D, t | A, S, K \rangle,$$

¹ Показательным примером кризисной ситуации в области регламентирования процессов проектирования является документ РК-98, регламентирующий процессы проектирования оборудования космических аппаратов: его содержание давно признаётся специалистами отрасли устаревшим, но пока содержимое этого документа обновить не удаётся.

² Для примера можно привести изменение парадигмы в исполнении информационных систем от архитектуры обмена информационно-управляющими сигналами по «общей шине» к архитектуре «сетового взаимодействия».

где A – статичная часть документа, S – множество моделей, методов и рекомендаций (динамичная часть), а K – набор критериев, позволяющих оценить данное проектное решение при наличии требований к СТО в момент времени t (например, экономичность и энергоэффективность объекта), D – множество требований и ограничений (физические, финансовые, конструктивные). Множеством критериев K в этой ситуации будут выступать частные свойства конкретной подсистемы СТО, и выражаться в виде количественных или качественных показателей.

Можно отметить, что такая интерпретация проектной информации через ГОСТ предполагает не только возможность изменения состава СТО во времени, но и многовариантность представления исходной информации в стандарте. Это значит, что различные фрагменты специальных знаний, используемые различными экспертами, могут формулироваться через собственный тезаурус, но опираться на общие критерии. Вот здесь и рационально перейти к применению механизма *онтологий* [4, 5].

Использование механизма онтологий в условиях производства сложной продукции не редкость. Но эти попытки опираются либо на статичные стандарты [6, 7], либо напрямую ими не ограничены, т.к. являются инновационными [8]. В подавляющем большинстве случаев, это интеллектуальные системы и методики, позволяющие оптимизировать процесс выбора тех или иных конструкторских/технологических решений. Ведущая роль в подобных системах остаётся за интеграцией знаний статического поля знаний или их фрагментов [9, 10], использующих специальные языки представления знаний или существующие информационные системы [11, 12].

Итак, имеем: сложную предметную область, СТО с общими требованиями, подсистемы с индивидуальным описанием, механизм изменения спецификации состава объекта. Остаётся ввести интегрирующий механизм, отображающий частные фрагменты знаний в толковании интегральных показателей. Тогда мы получим типовую модель взаимодействия множества частных онтологий с метаонтологией. С одной стороны, состав системы и правила оптимизации проектных решений заданы жестко через стандарт, а, с другой стороны, динамичность состава каждой отдельной онтологии позволяет добавлять решения и их оценки в терминах интегральных показателей.

Если обозначить через K^* значимые интегральные критерии всей системы в сборе, то назначение процесса принятия решений (1) будет предполагать включение части K в K^* . Например, это может быть вес детали в составе космического аппарата, позднее учитываемый при его синтезе. Если же эти показатели только косвенно влияют на интегральные показатели, то их так же следует, по возможности, учитывать при синтезе проектного решения для оптимизации состава анализируемой подсистемы СТО. Для этого вводится ряд типовых алгоритмов оценки решений, осуществляющий операцию отображения K в K^* для каждого элемента СТО (набор аксиом). При этом сами аксиомы могут дополняться и даже иметь различную форму³. Таким образом, стандартизуется набор входов (какие интегральные показатели оцениваем) и выходов (какую форму оценки принимаем), предъявляемых отдельным онтологиям метаонтологией. Тогда обобщённый состав стандарта СТО, опирающегося на онтологии, можно представить в виде схемы, представленной на рисунке 1.

Частные онтологии не обязательно должны иметь иерархию типа «звезда», но и более сложную. Например, типа «дерево», где информация о значащих признаках преобразуется постепенно от нижнего уровня к вершине, изменяя текущие интегральные показатели. Подобные переходы также должны осуществляться с формальным привлечением знаний из ме-

³ Для этого могут быть использованы и методики других стандартов, и правила моделирования, и наборы тестов (эталонных) для сравнения альтернативных подходов.

таонтологии, но опираться преимущественно на базу знаний частной онтологии. Далее этот аспект будет рассмотрен подробнее.



Рисунок 1 – Обобщённая структура состава онтологизированного стандарта СТО

3 Интеллектуальные системы поддержки принятия решений

Из рассматриваемой темы становится очевидным, что для эффективного управления онтологизированным стандартом важно не только его наполнение, но и оперативность обработки информации. Поэтому наиболее рационален будет именно автоматизированный вариант выполнения анализа онтологий и формирования альтернатив решений. В этой ситуации мы будем говорить о системах поддержки принятия решений (СППР), потребителями которой должны быть не только проектировщики, но и инженеры-эксперты, а также инженеры по знаниям.

Опираясь на возможности онтологического подхода, можно выделить множество базовых компетентных вопросов. Основными из них будут следующие:

- Каковы будут интегральные характеристики СТО в сборе при выборе конкретного набора решений из D ?
- Насколько изменятся показатели K^* при переходе от комплектации сборки D_{t-1} к D_t ?
- Какую комплектацию СТО следует произвести, чтобы выполнялись отдельные ограничения по K^* при минимальных затратах остальных ресурсов?

Для каждого СТО этот перечень вопросов будет ключевым, хотя и допускать дополнения. Рассмотрим в качестве примера схему взаимодействия онтологий при синтезе проектного решения контрольно-измерительной системы (КИС) космического аппарата (спутника

связи, рисунок 2). Так, блок «Метаонтология», основная часть знаний из блоков «Спутник» и «Радиолиния» будет статична. А состав КИС в СППР будет наиболее динамичен, т.к. наряду с априори известными или желаемыми характеристиками системы, методы её исполнения (как всей, так и отдельных подсистем) будут дополняться новыми знаниями. На рисунке 2 можно выделить ряд типовых уровней иерархии (согласно [13]), описывающих специфику обмена информацией между онтологиями. Самый нижний (подсистемы КИС) имеют свои характеристики, но на следующем уровне (КИС) уже оцениваются в критериях надсистемы (вес, скорость выполнения операции, надёжность алгоритмов и пр.). Промежуточный уровень также описывает КИС, но в его сборе, с учётом особенностей включённых в неё подсистем и взаимодействия с соседними системами аппарата (датчики телеметрии и бортовая аппаратура, блок управления и пр.). На более высоком уровне показатели КИС рассматриваются в комплекте всего аппарата, с учётом влияния радиоканала. Особенностью автоматизированного процесса оценки решений является то, что различные подсистемы СТО (включая частные онтологии), описываются экспертами в различных областях знаний, не преследующих цель учитывать интересы других рабочих групп при проектировании СТО и работающие в рамках собственных полей знаний (включая тезаурус). Всё это происходит в автоматизированном режиме, посредством интеллектуальных механизмов СППР. Очевидно, что на схеме отражены не все связи, т.к. вершина иерархии (блок «Метаонтология»), взаимодействует не только с категорией «спутник» и «окружающая среда», но и регламентирует особенности интеграции данных при переходе от одной частной онтологии к другой.

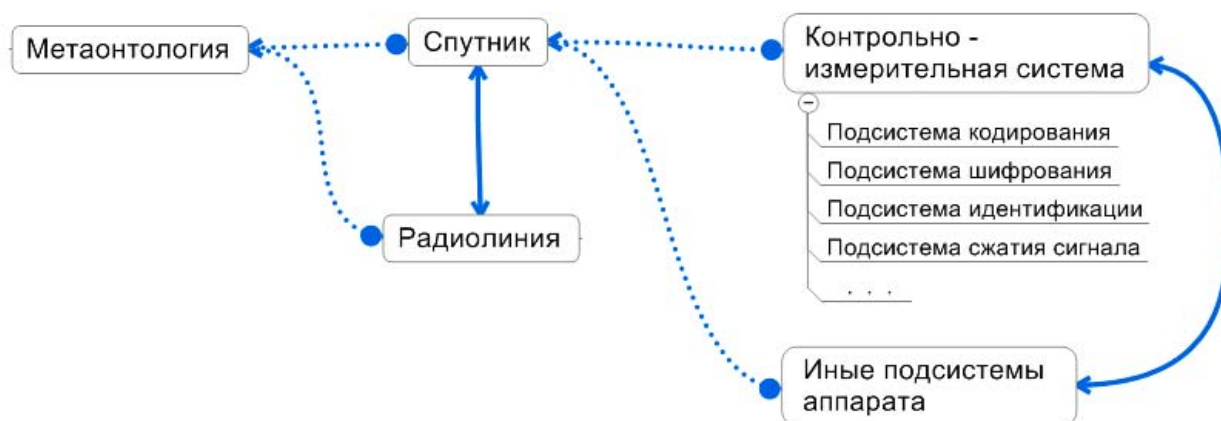


Рисунок 2 – Схема взаимодействие онтологий при синтезе решений о составе КИС

Достижение подобных возможностей требует от СППР реализации как развитых интеллектуальных возможностей, так и гибкого пользовательского интерфейса. Очевидно, что такие системы должны реализовывать комплексный подход, поэтому применение онтологий сочетается с другими методами искусственного интеллекта (экспертные системы, нечёткая логика, Data Mining).

Вернёмся к вопросу оптимизации принятия проектных решений, за которую отвечает не только блок метаонтологий с рисунка 1, но и специально организованные таблицы принятия решений. Введя фактор времени и правила отображения $K \rightarrow K^*$ в условиях наличия частных онтологий, проявляется возможность получить многовариантный состав СТО в рамках одного ГОСТа. Это нежелательный эффект, если при принятии решений в рассмотрение включены похожие альтернативы (например, различные методы проверки сигнала на целостность), т.к. деталей в СТО много, а проверять каждый раз для синтеза объекта сочетания всех вариантов его состава ресурсозатратно. С одной стороны, онтологии были введены для решения трудности с выбором отдельных деталей (оптимизация на уровне частных онтологий). Но, с

другой, таких онтологий может быть очень много, и не всегда рационально динамически производить просчёт всех вариантов заново. На рисунке 1 были введены блоки, содержащие информацию и о методиках оценки решений, и таблицы принятия решений. В условиях избытка временных, вычислительных и людских ресурсов это кажется излишним: имея методику оценки и эталоны, можно всегда найти оптимальное решение без таблиц. Но ресурсов (особенно временных) всегда не хватает, а варианты проектных решений желательно пересматривать каждый раз при изменении какой-либо детали в проекте СТО. Поэтому для уже внесённых в стандарт вариантов исполнения той или иной подсистемы, по заранее известной методике можно рассчитать её эффективность и сразу выразить её в терминах и показателях общей системы (интегральных показателях). Тогда формула (1) будет переписана как переход к множественному решению (набору альтернатив):

$$(2) \quad \langle D, t | A, S, K, G \rangle \rightarrow p,$$

где G – множество альтернативных конструкторских решений (на уровне реализации отдельных деталей) и их априорные оценки, включенных в стандарт; p – подмножество P , отвечающее критериям сборки СТО K^* в соответствии с критериями оптимальности, вырабатываемыми по S . Очевидно, что база знаний и содержимое онтологий будет формироваться постепенно, наращиваясь новыми техническими решениями и методиками оценок вследствие независимой работы специалистов-экспертов из различных отделов организаций, проектирующей и реализующей СТО.

Заключение

Вопросы организация системы поддержки принятия решений для организации работы главных конструкторов и системных инженеров, включая проблемы интеграции данных и знаний, нуждаются в детальной проработке, а так же в методических и технических решениях. В текущей работе были затронуты лишь общие вопросы организации динамического состава и обработки стандартов проектирования сложных технических объектов на базе онтологического подхода. Практическая проверка предложенной схемы обновления структуры стандарта осуществляется автором на базе проекта по формированию контрольно-измерительных приборов спутниковых систем связи. В дальнейших публикациях планируется раскрытие деталей реализации проекта.

Список источников

- [1] ISO/IEC 15288:2008. Systems and software engineering - System life cycle processes (www.iso.org).
- [2] ГОСТ 1.5-2001. Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. – 70 с.
- [3] Кун Т. Структура научных революций. – М.: АСТ, 2003. – 605 с.
- [4] ISO 15926 Industrial automation systems and integration - Integration of life-cycle data for process plants including oil and gas production facilities (с дополнениями на 2011 г., www.iso.org).
- [5] Левенчук А. Онтологическая инженерия в помощь системной инженерии (<http://ailev.livejournal.com/975466.html> от 01.12.2012, актуально на 15.03.2012).
- [6] Конотоп Д.И., Зинченко В.П. Оптимальное проектирование сложных технических объектов с использованием онтологического подхода // Онтология проектирования. 2011. №1. С. 44-53.
- [7] Ivashenko A., Ulanova L., Babanin I. Cross-correlation Analysis for Cooperative Interaction Management in Enterprise Integrated Information Space // Interactive Systems and Technologies: the Problem of Human-Computer Interaction: Collection of scientific papers. Volume IV. - Ulyanovsk: UISTU, 2011. P. 165-171.

- [8] Углев В.А. Применение механизма онтологий для управления параметрами технологии производства источников света на основе наноструктур // Интеллект и наука: Материалы XI Международной научно-практической конференции. - Красноярск: Центр информации, 2011. С. 193-195.
- [9] Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
- [10] Девятков В.В. Системы искусственного интеллекта: Учеб. пособие. – М.: МГТУ, 2001. – 352 с.
- [11] Allemang D., Handler J. Semantic Web for the working ontologist: Effective Modeling in RDF, RDFS and OWL. - USA, Elsevier Inc., 2008. – 347 p.
- [12] Гаврилова Т.А., Муромцев Д.И. Интеллектуальные технологии в менеджменте. – М.: Высшая школа менеджмента, 2008. – 488 с.
- [13] Шалфеева Е.А. Метод оценки свойств многоуровневых онтологий // Знания – Онтологии – Теории: Материалы Всероссийской конф. с международным участием (3-5 октября 2011 г., Новосибирск, Россия). Т. 2.– Новосибирск: Ин-т математики СО РАН, 2011. С. 147-156.
-

Сведения об авторе



Углев Виктор Александрович, 1984 г. рождения. Окончил Красноярский государственный технический университет в 2006 г., к.т.н. (2009), с.н.с. (2011). Заведующий лабораторией «Робототехника и искусственный интеллект» при Центре прикладных исследований Сибирского федерального университета в г. Железногорске. В списке научных трудов более 120 работ в области систем искусственного интеллекта, моделирования, робототехники, автоматизации обучения, ситуационных центров.

Viktor Alexandrovich Uglev (b.1984) graduated from the Krasnoyarsk State Technical University (Krasnoyarsk) in 2006, PhD (2009), senior staff scientist (2011). He is head of laboratory "Robotics and AI" at Center for Applied Research of Siberian Federal University in Zheleznogorsk city. He is co-author of more than 120 publications in the field of AI, simulation, robotics, automation training and situational centers.

УДК 001.1

БУДУЩЕЕ УНИВЕРСИТЕТА: ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД. ЧАСТЬ 2: СУЩНОСТИ, МОТИВАЦИЯ, ПРОЕКТНОЕ ОБУЧЕНИЕ ¹

Н.М. Боргест

Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)
borgest@yandex.ru

Аннотация

Во второй части статьи представлен материал исследования сущностей предметной области «университет». Выявлены свойства и отношения исследованных сущностей. Исследованы вопросы мотивации в системе университет, в частности, мотивация студентов, обучающихся на инженерных специальностях университетов. На основе опроса с использованием шкалы Ликерта проведен анализ данных мотивированности студентов на старших курсах, а также сопоставление с результатами аналогичных зарубежных исследований. Показаны примеры и технологии реализации проектного обучения в вузах России и за рубежом.

Ключевые слова: университет, онтология, проектирование, проектное обучение, мотивация в образовании, самоорганизация.

Введение

Будущее университета в современном мире – это будущее страны, так как в высокотехнологичном обществе именно в университете готовят специалистов, именно там происходит социализация большинства граждан, там завершается формирование личности, которая, в конечном итоге, и определяет вектор развития государства. Тема университета близка автору еще и потому, что летом исполнится 40 лет как он связал свою судьбу с КуАИ-СГАУ, который в свою очередь этой осенью отметит свой 70-летний юбилей со дня образования КуАИ. Для десятков тысяч людей: выпускников, преподавателей, студентов - КуАИ-СГАУ это реально *Alma mater* и для многих это буквально «благодетельная мать». Большую часть своей жизни, а не только эту статью, автор посвящает своему родному КуАИ (теперь на студенческом сленге не иначе как «Аэрокос»). Автор уверен, что нынешний СГАУ способен реализовать свои стратегические планы! И свою посильную лепту в это автор тоже постарается внести!

В первой части статьи [1], оттолкнувшись от оптимума Лейбница, была кратко описана история университета, на основе анализ анкеты Делфи-опроса даны прогнозные оценки будущего университета, рассмотрена дюжина проектов и моделей университетов от Платона и Мора, до метавера, виртуального университета и mesh-моделей.

Вторая часть статьи посвящена университетским сущностям, социальной роли университета, оценки результатов проведенного опроса экспертов по будущности университета в России, сопоставлению мотивированности отечественных и зарубежных студентов в получении инженерного образования, а также перспективам свободной образовательной траектории (современный формат OpenBologna) и проектного обучения.

Не на все поставленные вопросы во введении к первой части статьи можно найти исчерпывающие ответы в статье. Все-таки первичная задача онтологии проектирования опреде-

¹ Первая часть статьи «Будущее университета: онтологический подход. Часть 1: история, прогноз, модели» опубликована в предыдущем номере журнала № 1(2), 2011.

литься с сущностями, отношениями и связями, целями и смыслами. Ясно одно, что не стоит уходить от сложных вопросов, бояться неудобных ответов, ретушировать действительность в угоду сложившейся конъюнктуре. Наше быстроразвивающееся информационное и в итоге гражданское общество порой опережает в своем развитии нынешнее государство, его институты, правовые и культурные отношения в нем. Этот факт признают и те, на ком лежит персональная ответственность за судьбы людей, государство, будущее. Неравнодушный взгляд автора им в помощь.

1 Постулаты Молевича

Университет как общественная структура со своими ролями его членов и механизмом функционирования развивается в общественной среде исходя из совокупностей, свёрнутых в вектор целевых функций, формируемых в общественных институтах.

Важное достижение философской мысли заключается в констатации *целесолагания*, присущему человечеству. «... В ходе процессов антропосоциогенеза человечество существует не за счет своей конкретной телесной приспособленности к каким-то определенным условиям среды, а, напротив, за счет целенаправленного повседневного приспособления самой этой внешней среды к своим, человеческим, конкретным потребностям и интересам» [2, С. 6-7]. Изучение природы формирования целесолагания во многом будет способствовать пониманию развития и прогнозированию будущего социальных систем.

Не менее значимым в социологии является наличие *социальных ролей* в понятии личности. В этом понятии «фиксируется конкретная совокупность общественных качеств, предписанных и приобретенных, которые и определяют реальный социальный статус, т.е. общественную весомость данной личности, ее реальное место в данной общественной среде» [2, С. 16]. «Для всех социальных ролей характерен их обезличенный характер, ибо для каждой конкретной исполняемой роли» - (здесь позволительно адаптировать текст Молевича к предметной области статьи) – студента, преподавателя, ректора, ученого «и т.д. – важно не кто ее конкретно исполняет, а насколько строго исполняется при ее реализации все то, что надлежит исполнению по данной роли» [2, С. 16].

Объективная двойственность социальной природы личности, с одной стороны, «объект, результат, продукт общественной деятельности», а, с другой стороны, «субъект, организатор и носитель этой же деятельности» [2, С. 17] дополняется перманентной объективной сменой ролей на протяжении жизненного цикла.

Онтологические ролевые сущности вступают в общественные связи и отношения. В системе общественных связей и действий выделяют [2, С. 20]:

- действующих лиц – субъект и объект действия;
- цель действия;
- средства и способы действия;
- результат действия.

Все используемые в человеческой практике средства и способы действия обобщенно могут быть сведены к репрессивному принуждению, стимулирующему убеждению и их сочетанию. В построении онтологии социальных систем, к которым, безусловно, относится и университет, необходимо учесть типичные черты организации общественных связей [2, С. 21-22, 35-36]:

- общение всегда персонифицировано и субъективизированно;
- субъектами и объектами связей общения выступают личности;
- в общение вступают люди, преследующие какие-то интересы;
- социальная структура общества иерархична и ранжирована;

- общение всегда эмпирично, наблюдаемо; отношение как продукт общения всегда абстрактно и, соответственно, ненаблюдаемо;
- социальная стратификация объективно закономерна и служит стимулом общественного развития и личной мобильности.

Все перечисленные черты общественных, межличностных связей и отношений легко можно наблюдать в каждом университете, искусственно организованном социальном институте.

2 Сущности

Университет, возникший на определенном историческом витке, как самоорганизующая система передачи знаний, впоследствии тесно вплелась в ткань государства, крупных монополий и корпораций. Главными сущностями системы университет являются приёмники и передатчики знаний, потребитель и поставщик образовательных услуг, заказчик и исполнитель передачи нравственно-этических ценностей, учащиеся и учителя, фактически называемые в стенах вуза, *студенты и преподаватели*. При всей кажущейся в целом общности, сами сущности внутри своего класса неоднородные. Естественная, объективная неоднородность обусловлена многими социальными, ментальными, физиологическими и др. факторами, которые сформировали конкретные экземпляры или индивиды этих сущностей. Эта неоднородность выражается в различных итоговых формулировках *потребностей* и *возможностей* каждого индивида. Спектр возможностей каждого индивида широк, а проявление способностей не является наперед заданной константой. Любые сущности меняют со временем не только свои свойства (возможности), но и цели (потребности), а в живой сущности всегда присутствует синергия внутренних процессов развития и изменения внешней среды. Обсуждаемые в первой части статьи перспективные технологии образования «предполагают» необходимость учета особенностей свойств индивидов и поэтому стремятся сделать процесс максимально гибким.

Упрощенно можно говорить о студенте, как способном - неспособном, стремящемся - нестремящемся, самостоятельном - несамостоятельном и т.п. Как в любой живой сущности здесь многое зависит от среды. Среда – это сообщество студентов, которое может быть организованным, самоорганизованным, неорганизованным и пр., это преподаватель, который может быть заинтересован, способен передать знания, способен служить примером для подражания, обладать актуальными знаниями, а может и не иметь этих важных качеств. Для преподавателя университета такие качества как профессиональная компетенция, психологическая готовность, педагогическое мастерство, внутренняя культура, коммуникабельность являются определяющими.

Неоднородность сущностей дополняется множественностью отношений с другими сущностями и отношений, возникающих внутри каждого их класса. Помимо формальных отношений, определяемых функциональной структурой университета и социума, присутствуют неформальные отношения, вносящие порой существенное влияние и на формальные связи. Попытки реализации собственного понимания целей и задач функционирования системы не всегда согласуются с их реальной картиной организации дел в структуре. Все это приводит к тому, что цели и критерии часто смешиваются, что усложняет функционирование системы. Исполнитель-винтик в строго формализованной системе чувствует себя более комфортно: ответственность за принятие решений нет, как нет и самого факта принятия решений, нет потребности и востребованности в иных идеях и мнениях, нет места инициативе и творчеству, есть необходимость лишь исполнять что должно, что предписано. Новое ни как не поощряется, напротив, критика воспринимается как негатив, наносящий ущерб имиджу.

2.1 «Ярлыки»

Одна из важных проблем *классификации* в онтологии социальных систем это проблема неоднородности выявленных сущностей, многообразии их проявлений, изменчивости их свойств в коротком интервале времени, который приводит к переходу их в другой класс сущностей. Условно эту проблему можно обозначить как проблему «ярлыков» (не путать с «ролями», описанными в разделе 1).

Характерный пример описан у Сергея Михалкова в его известной басне «Лев и ярлык». «Мораль у басни такова: иной ярлык сильнее Льва!». Когда «какой-то зверь решил над Львом поиздеваться: на Львиный хвост он прицепил ярлык. Написано: "Осел", есть номер с дробью, дата, и круглая печать, и рядом подпись чья-то...».

Такие же характеристики можно услышать и прочитать о людях, когда на основе отдельного факта, эпизода, высказывания или чьего-либо домысла человеку навешивается ярлык, забывая или вычеркивая все остальное. Выдающийся философ двадцатого столетия Карл Поппер считал Платона прямым предком сталинизма, классификатор потребностей - психолог Абрахам Маслоу - слыл антисоветчиком, а гениальный Фридрих Ницше – чуть ли не фашистом, Сократа и того больше – обвинили в разращение учеников.

Поэтому, когда речь идет об обсуждаемых сущностях как студент или преподаватель, то формализация их свойств и оценка их деятельности сталкиваются с массой проблем. Например, представленная в работе [3] онтология оценки деятельности студента на первый взгляд построена абсолютно корректно. Здесь учет и учебной активности, и научной, спортивной, культурной и даже волонтерской деятельности студента, здесь и учет правонарушений, и привлечение экспертов по каждому аспекту деятельности.

Однако, и практика это доказывает нам, что не самые лучшие по этим показателям студенты добиваются социальных вершин. Напротив, исключением как раз является обратное – когда на вершине пирамиды стоят все больше те, кто выстраивал свою жизненную линию по другим критериям, кто не брал за основу заданные обществом сверху выхолощенные ориентиры. Отсюда очевидно, что формально «правильная» онтология не работает, так как не учитывает реалии, существующие в обществе. Поэтому оценивать и судить необходимо из понимания целей и задач, которые явно или неявно ставит перед собой конкретный индивид. Для этого важно раскрыть мотивы, разобраться с условиями, средой и окружением, в которых формировался и оказался наш индивид, с его ментальностью, заложенной культурой, и, конечно, генами. Все это определяет внутреннюю цель студента с учетом его способностей, возможностей и устремлений.

2.2 Цели и задачи

В пирамиде потребностей уже упомянутого выше А. Маслоу [4] современного человека интересует ее верхняя часть. Это касается потребности в уважении (достижение успеха, одобрение, признание), познавательные потребности (знать, уметь, исследовать), эстетические потребности (гармония, порядок, красота) и наивысшая потребность в самоактуализации: реализация своих целей, способностей, развитие собственной личности. Конечно, не все индивиды замахиваются на столь великие цели, но будем полагать, что рассматриваемые университетские сущности интересуют именно эти верхние классы потребностей.

Начнем со *студента*. Выбирая университет будущий студент в нынешних условиях стремится получить образование (набор компетенций, диплом) в первую очередь для себя² при минимальных затратах (временных, материальных, физиологических, в т.ч. интеллектуальных) и получении максимума в самореализации. У каждого индивида свое понимание са-

² В отличие от Платоновской модели и модели разрушенного социализма, где специалист готовится для общества.

морализации и свои критерии: минимум ответственности, максимум материальных благ, высокий социальный статус, творческое удовлетворение и пр. Одной из целей самореализации студента может быть и реализация себя в роли *преподавателя*. Т.е. из сущности получающей знание и навыки он трансформируется в сущность транслятора полученных им знаний и навыков, продолжая при этом накапливать свой багаж знаний, участвуя со своими наставниками в исследованиях и научных экспериментах. Причем этот переход может произойти и часто происходит практически сразу в стенах того же университета. Т.е. университет может воспроизводить самостоятельно собственных трансляторов знаний. На практике все как в живой природе: идет миграция кадров с промышленности, с других университетов, внутри университетская миграция, появляются новые научные направления, трансформируются старые школы.

Помимо традиционных для учебных заведений задач передачи знаний, *педагог-преподаватель* в структуре исследовательского университета должен уметь выявлять способных студентов, предложить перспективные идеи для разработки, увлечь, зажечь, заинтересовать и помочь раскрыться способностям студента при соответствующем *минимаксном* соотношении. Всегда приятно и легко работать с одаренными детьми, указывая им лишь направление исследований и практически мало что тратя на их подготовку, т.к. они схватывают всё налету. При этом гарантированно и радостно получать не только огромное удовольствие от быстрого и качественного результата, но и купаться в овациях и пожинать лавры от совместных достижений. Минимум затрат и максимум эффекта – мечта не только студента, но и преподавателя, и любого руководителя.

Задача такой сущности как *университет*, а вернее задача университетского менеджмента - создать систему способную обеспечить реализацию задач его основных заказчиков (учредителей). Если это церковь, как это было в средние века, или, как сейчас, государство, то все выстраивается на удовлетворение тех решений и показателей, которые вырабатываются в «итерационном» взаимодействии системы «министерство-университет», а точнее «министр-ректор» с учетом всех составляющих сил влияния (госпредприятия, региональные и местные администрации и пр.), которые имеются в арсенале ректора. Коммуникационные характеристики и лоббистские возможности первых лиц госуниверситетов в современных условиях являются определяющими для успешного развития университета. В конечном итоге это огромные бюджетные деньги (финансирование НИР, госзаказ на специалистов, развитие инфраструктуры и пр.), часть которых выпадает и на долю носителей и передатчиков знаний - преподавателей.

Минимаксный подход в оценке эффективности университета также присутствует. Он выражается в увеличении доходной части, введения платного образования, привлечение предприятий как инвесторов в подготовке нужных им кадров. При этом затратная часть сдерживается (командировки, зарплата и пр.). Бизнес-подход справедлив если бы не проблемы, возникшие с новой системой школьной подготовки, качество которой, и как результат качество самих абитуриентов, не высокое. Небольшой всячески поддерживаемый ручеек аспирантов трудно сформировать и тем более удержать в университете, а на тех, кто готов остаться не хватает мест в растущем административном аппарате, так как именно там сейчас видится перспектива роста. Дефицит преподавателей, способных готовить специалистов высшей категории с высоким творческим потенциалом, с каждым годом всё острее.

У конечного потребителя продукции университета – *предприятия*, задача получить готового специалиста, имеющего требуемые компетенции, коммуникативные характеристики, креативность, при том же *минимаксном* соотношении. Это когда предприятие не тратится на образование, не инвестирует в него, а получает максимум прибыли от деятельности специалиста, создающего востребованный на рынке продукт.

Задача *государства*, а точнее руководства соответствующих ведомств не только способствовать функционированию цепочки трансляции знаний между поколениями, но и осознать необходимость в подготовке творческих личностей, которые способны обеспечить безопасность и устойчивое развитие общества. Нынешняя «утечка мозгов» - это пробоина в днище корабля, который сначала замедляет свой ход, а потом уже идет ко дну вместе с теми капитанами, которые надеются, что огромный запас топлива (нефти и газа) и хорошо оплачиваемый полицейский аппарат, охраняющий капитанскую рубку, обеспечат плавание. Говоря о «будущности России» Т. Рузвельт (см. раздел 1 в первой части статьи), конечно, имел в виду технологический и культурный рывок нашей страны, который наблюдался в 50-70-е годы, а не сегодняшнее банальное выкачивание и продажа природных ресурсов. Было бы не правильным утверждать, что нынешнее государство мало средств вкладывает в образование или не озабочено его состоянием. Однако от декларации желаний иметь конкурентно способное высшее образование до реальных результатов предстоит еще долгий путь (см. раздел 4).

Если открыто обсуждать и критически анализировать ситуацию в университетах и образовании в целом с одной лишь целью КАК сделать жизнь большинства граждан лучше, то механизм реализации найдется. А для этого во всех смыслах важен глубокий онтологический анализ сущностей и среды.

2.3 Свойства среды и сущностей

Интеллект – достояние государства, он создается путем сложной синергией смешения культур, долгой селекцией, внешних обстоятельств и внутренней установки. Растлевающие СМИ, отсутствие идеологии и созидательных ориентиров во многом способствуют вымыванию культурного слоя, который питает все общество цивилизационными ценностями. «Крик души профессора» МАИ В.С. Брусова на Международной конференции «Творческий потенциал – 2011» в октябре 2011 в СГАСУ уже давно не одинока³. Его вердикт о резком падении уровня подготовки и мотивации к учебе у студентов инженерной специальности можно воспроизвести почти дословно: «Раньше 2-3-х студентов выгнать бы, остальных оставить. Теперь 1-2-х оставить, остальных – выгнать». Но в университетах благополучной Европы число студентов, занимающихся в творческих кружках тоже лишь 8-10% от общего числа студентов. Известно также, что в среднем не более 10% способны к творческой деятельности, могут быть предприимчивыми. Так «задумано» природой и это соотношение креативности и исполнительности в социуме, видимо, оптимально для ее развития.

Стоит отметить, что нынешнее количество выпускников школ в России приближается к числу мест в отечественных ВУЗах. При этом уровень развития общества, демография, доступность высшего образования, потребность в грамотных, адекватных специалистах, низкая социальная оценка отсутствия высшего образования – все это реализует тезис о массовом высшем образовании на практике. Другое дело, что не все могут его осилить. А могут только те, у кого получается, у кого на то есть способности, есть определенная одаренность в подражании, памяти и пр. В противном случае, по версии профессора Д.Б. Богоявленской стремление заниматься тем, на что нет способностей, приводит к «болезни, которые даются нам за грех, за попытку не быть, а казаться».

Объективность неоднородности студенческой массы присуща, естественно, и неоднородности квалификации преподавателей в университетах, а также разной степени их обеспеченности необходимыми информационными и материальными ресурсами как в различных университетах страны, так и внутри одного и того же университета на разных кафедрах и факультетах.

³ См. также Манифест просвещенного консерватизма Никиты Михалкова и др.

3 Онтология университета

Традиционно принято начинать рассмотрение совершенствования модели какого-либо артефакта или структуры с того «*что есть*». Изучив, поняв, выявив сущности, связи, отношения и связанные с ними проблемы, определив и сформулировав цели можно приступить к созданию модели «*как надо*» [5-9]. Ясно, что модель «*как надо*» должна отвечать на вопрос кому это надо, зачем и почему? На рисунке 1 показана структура современного университета, а на рисунке 2 ее фрагмент уже в виде семантической сети⁴. Эта система, построенная по иерархическому принципу подчиненности, показывает основные структурные подразделения университета и их связи с топменеджерами (проректорами).

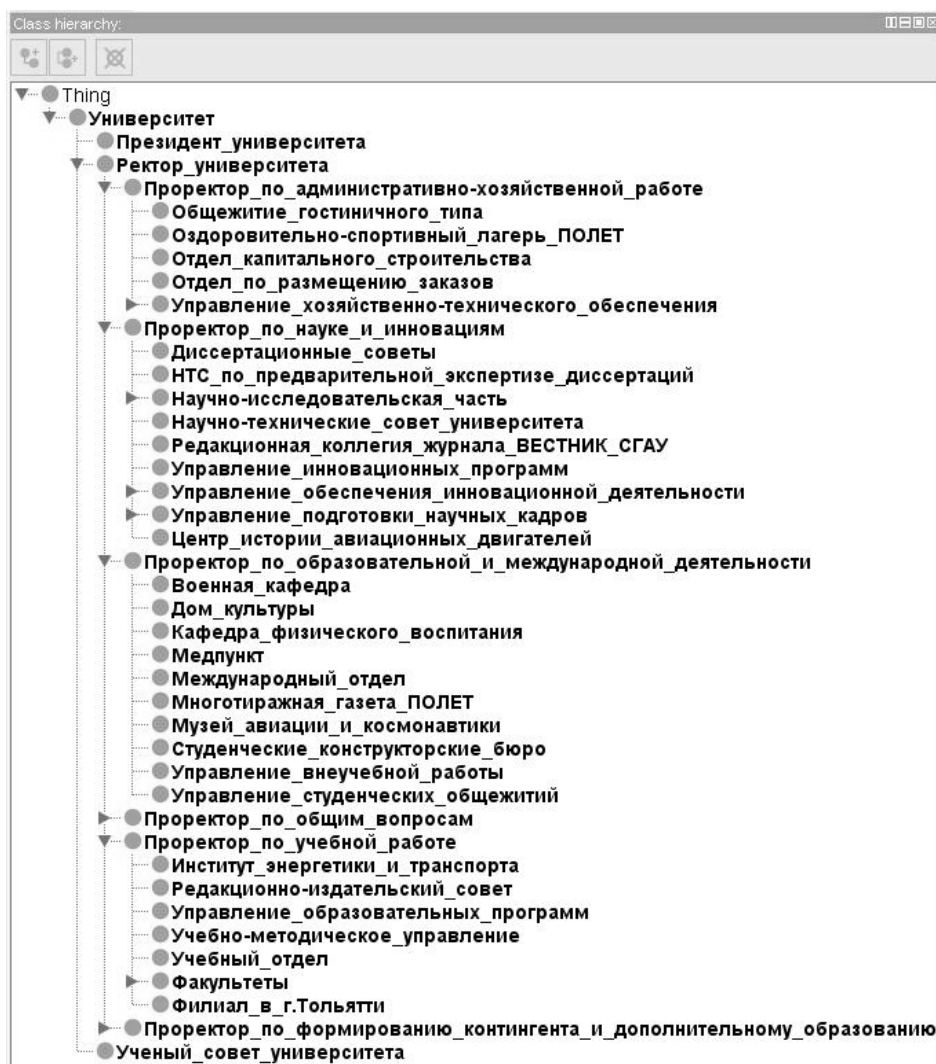


Рисунок 1 – Структура современного университета (на примере СГАУ)

Связи описанных выше сущностей показывают те отношения, которые имеются между этими сущностями. Как уже говорилось ранее, одной из проблем в онтологии социальной системы является учет в явном виде неформальных отношений (личный интерес, пристрастия, предпочтения, родственные, земляческие, корпоративные, дружеские, приятельские и иные отношения). Напомним, что онтология – наука о сущем, о существующем, то есть о

⁴ Здесь и далее семантические сети построены с использованием редактор онтологий Protégé 4.1.

том, как всё есть на самом деле. На самом же деле такие неформальные отношения существуют и нередко они являются определяющими в деятельности социальных систем. Университет здесь далеко не исключение. От приема абитуриента, выделения путевки или квартиры, гранта или премии, до выбора декана или ректора – неформальные отношения являются определяющими при соблюдении или «подгонки» формальных требований, на выполнение последних как раз и заточен назначаемый аппарат.

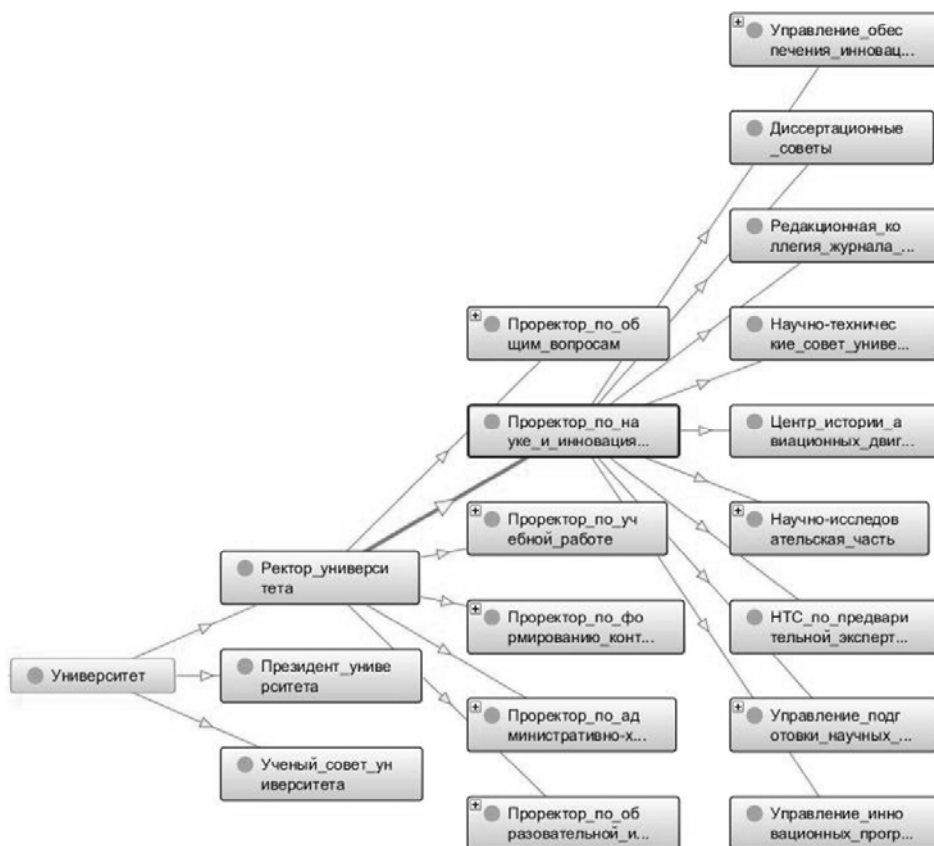


Рисунок 2 – Фрагмент структуры современного университета в виде семантической сети (на примере СГАУ)

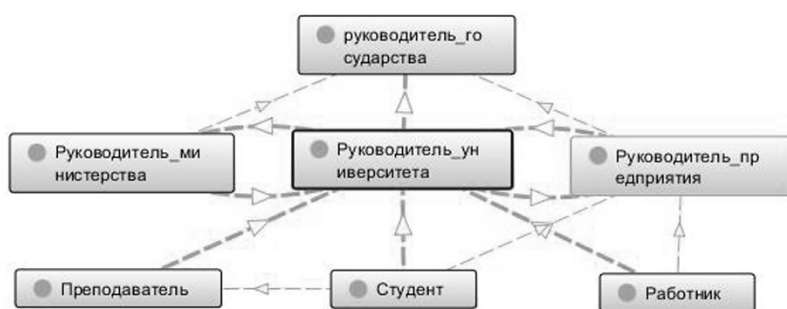


Рисунок 3 – Неформальные отношения в общественной среде

Описанный в части 1 данной статьи «оптимум Лейбница» – легитимизирует такое состояние дел. Оно так было, оно так есть, оно жизненно (и/или живуче) на данном этапе общественного развития – иначе бы не работало, а было что-то другое.

Рисунок 3 – это попытка если не учесть, то хотя бы обозначить неформальные отношения, которые, безусловно, присутствуют в

модели «как есть» между конкретными экземплярами указанных сущностей. Общество, а точнее общественная мысль, стремится объективизировать отношения, сделать их строго формальными, для этого пишет законы и правила как бы для всех, но в реальной жизни помимо общих правил работают и неписанные. Так как личный и прочий интерес никто не от-

менял. Аморфное сочетание этих отношений, включая этикет, нравственные ценности и прочее, определяют в итоге функционирование социума и созданных в них искусственных структур. Попытка упорядочения в таких системах рассматривается, в том числе, и на основе интерсубъективных теорий [10].

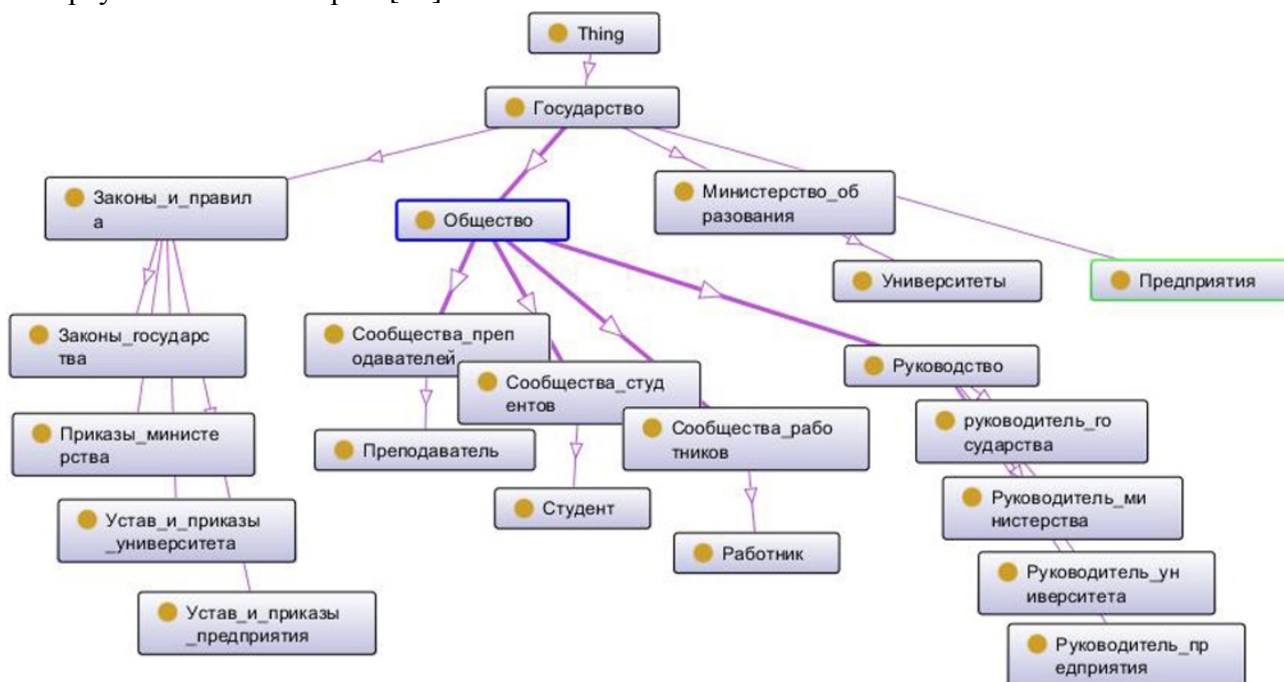


Рисунок 4 – Университет как элемент структуры государства

На рисунке 4 университет представлен как элемент в структуре государства, где важными классами являются установленные на разных уровнях правила, общество, состоящие из сообществ и их членов, и предприятия, как потребители выпускаемой университетами «продукции». Рисунок 5 иллюстрирует фрагмент связей и отношений университета с сущностями, а на рисунок 6 в фокусе уже студент и его основные связи и отношения.

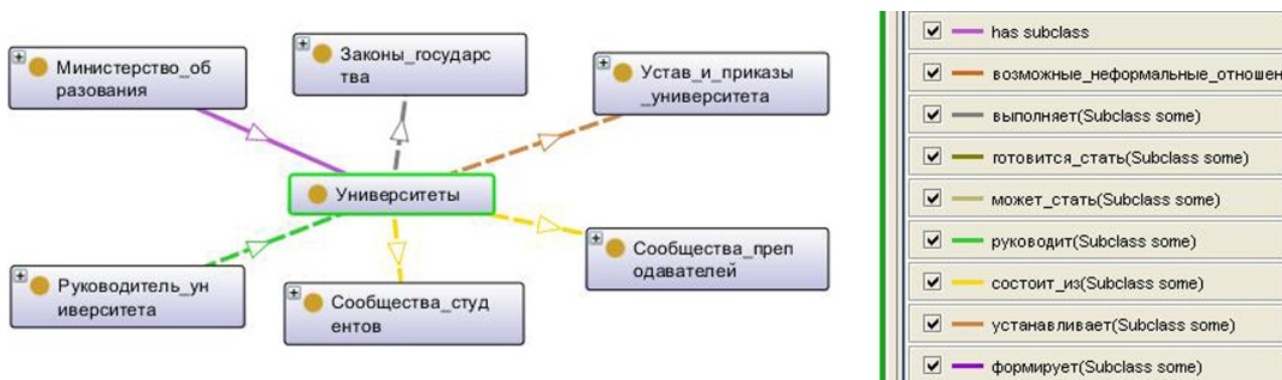


Рисунок 5 – Университет и связи

Классы, сущности и отношения в онтологии университета показаны на рисунке 7.

Озвученные в свое время автором принципы управления университетом на основе самоорганизации [11] при всей их, касалось бы, логичности, являются, в определенной степени, идеалистичны (утопичны), т.к. в полной мере не учитывают готовность среды и сложившиеся в данный момент общественных отношения для их реализации. Но если их рассматривать

в перспективе, если проектировать будущее, которое выстраивается сегодня в существующем настоящем, то возможно эти принципы окажутся востребованы.

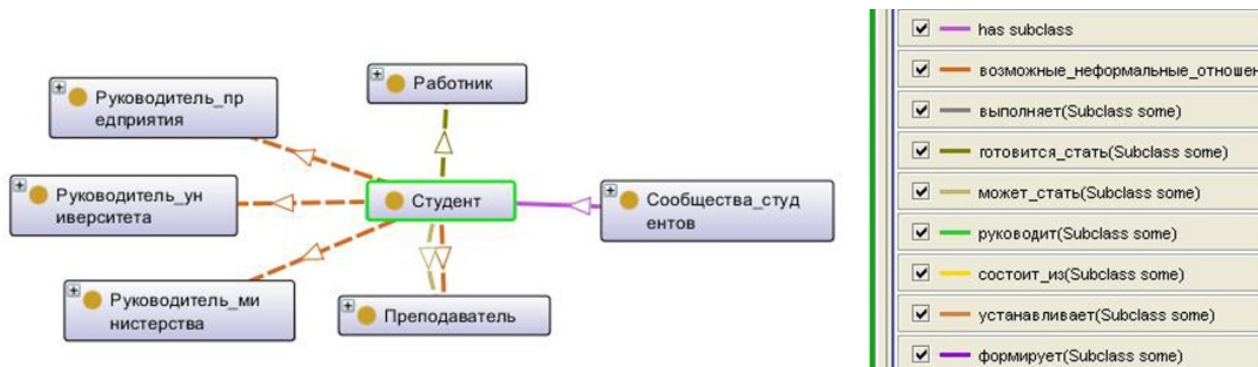


Рисунок 6 – Студент и отношения с субъектами

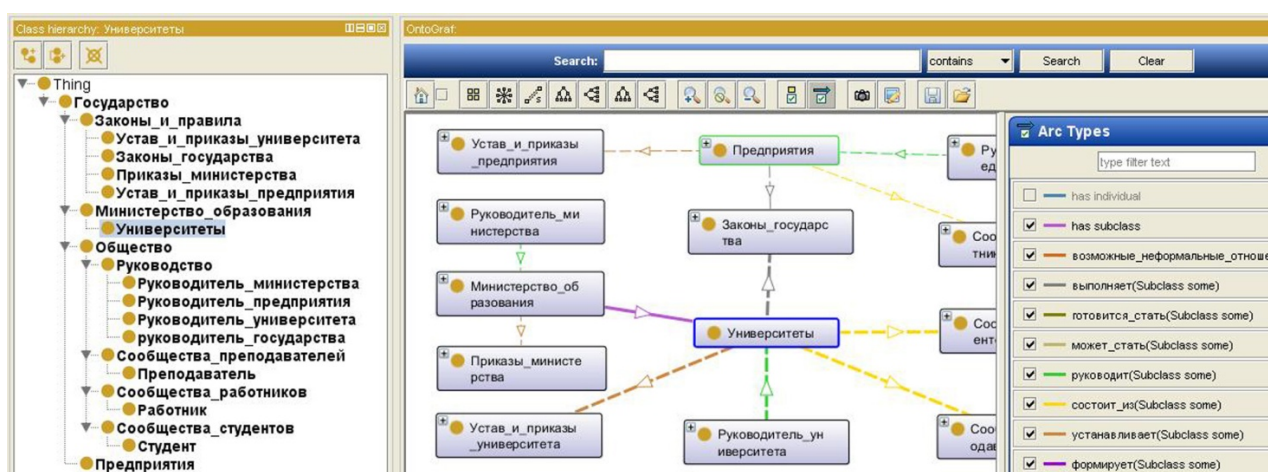


Рисунок 7 – Классы, сущности и отношения в онтологии университета

4 Будущее глазами экспертов

Оценки, сделанные на основе анализа анкеты в первой части статьи, во многом совпали с опубликованными чуть позже результатами [12]. С точки зрения экспертов, именно «сырьевое» развитие России будет в значительной мере определять экономический контекст существования высшей школы в ближайшие 10 лет. Тем не менее, остаются шансы на развертывание «догоняющей модернизации» и даже достижения локального лидерства, но в более отдаленной перспективе (2030 г.).

Для высшей школы России сохранится существующая структура спроса на образование и весьма ограниченный спрос экономики на результаты исследований и разработок. Развитие основной массы вузов ограничится вхождением в Болонский процесс, что как раз соответствует массовизации высшего образования, а также «оптимизацией» (ликвидацией «слабых» вузов или филиалов). Например, в СГАУ активно внедряется новая система бакалавриата и магистратуры, а оказавшийся «слабым» Тольяттинский филиал ликвидируется.

Для развития исследовательской и инновационной деятельности в высшей школе необходимы: организационно-финансовые схемы для привлечения инвестиций; технологии формирования работоспособных «проектных команд». Опрос экспертов подтверждает суждения о том, что «работоспособные команды больший дефицит, чем деньги». Именно от успешно-

сти формирования «команд проектов» зависит будущее исследовательской и инновационной деятельности.

Краткие тезисы о будущем высшей школы в перспективе до 2030 года таковы [12]:

- высшая школа сохранит свои основные функции – образование молодежи, подготовку кадров для экономики, проведение научных исследований. В перспективе важными станут образование взрослых, интеграция образования, науки и инноваций. Новой миссией высшей школы станет формирование человеческого потенциала для инновационной экономики («инновационного человека»);
- критическими ситуациями, влияющие на высшую школу, являются падение качества школьного образования, локальная модернизация образования и науки лишь в столичных городах и возможная деградация в регионах, проигрыш в конкуренции зарубежным вузам;
- необходимы переход от «трансляционной» педагогики к «деятельностной», разработка и внедрение новых образовательных технологий, опирающихся на мотивацию и активность обучающихся, активных и интерактивных технологий образования, технологий образования через включение в НИР;
- необходимо значительное сокращение фальсификации и имитации образования. Значимой мерой была бы двойная аттестация выпускников: вуз аттестует прохождение образовательной программы, а профессиональные ассоциации – уровень квалификации;
- для развертывания исследовательской и инновационной деятельности необходимы: организационно-финансовые схемы привлечения инвестиций и ведущих ученых, технологии формирования работоспособных «проектных команд», способы оформления объектов и защиты интеллектуальной собственности, способы и средства вывода интеллектуальной собственности на рынок (биржи ИС и т.п.) и др.;
- государственная политика в отношении высшей школы должна быть нацелена на удержание единого образовательного пространства страны и препятствование чрезмерной его дифференциации, на развитие полицентрической системы высшего образования, в которой ведущие региональные вузы играют роль альтернативных центров стратегирования, исследований и разработок; на поддержание «избыточности» высшей школы как основы развития потенциала страны для долгосрочного будущего, а также опираться на сильные профессиональные группы и коллективы в сфере образования, науки, инноваций.

5 Мотивация в образовании

Вопросы мотивации и мотивированности участников образовательного процесса продолжают активно обсуждаться в научной среде [11-15]. Мотивация специалиста через его компетентностную модель исследовалась в монографии [13] в динамике с 2000 по 2006 год. Вышедшая в конце прошлого года статья с результатами исследования мотивации студентов в получении инженерного образования в Англии [15], позволяет их сопоставить с данными полученными в отечественном университете весной 2012 года. Забегая вперед можно констатировать, что результаты исследования мотивации студентов рассмотренных инженерных факультетов летательных аппаратов (ЛА) и двигателей ЛА (ДЛА) НИУ СГАУ (Самара, Россия) и Технологического факультета университета Портсмута (Англия) в получении инженерного образования качественно близки, хотя присутствует и количественное отличие. Исследования проводились путем анкетирования студентов, которые должны были ответить на вопросы-утверждения по пятибалльной шкале Ликерта от 1 – полностью согласен, до 5 – полностью не согласен. Общее количество вопросов, разработанных в статье [15], было 22. В таблице 1 и 2 представлено сопоставление результатов лишь по двум вопросам, по которым

были получены наивысшие оценки. Видно, что средние значения по шкале Ликерта меньше двух в обоих университетах, что говорит о высоком уровне согласия с исследованными утверждениями.

Таблица 1 – Результаты ответов на вопрос-утверждение: для меня важно учиться хорошо

| Вопрос-утверждение: Для меня важно учиться хорошо | Выборка | Значение по шкале Ликерта | | | | | Среднее значение |
|---|---------|---------------------------|------|-------|------|-------|------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Технологический факультет университета Портсмута (Англия) | 425 | 314 | 77 | 15 | 8 | 11 | 1,41 |
| | | 0,74 | 0,18 | 0,035 | 0,02 | 0,025 | 1 |
| Факультет ЛА и ДЛА НИУ СГАУ | 105 | 46 | 42 | 7 | 8 | 2 | 1,88 |
| | | 0,43 | 0,4 | 0,07 | 0,08 | 0,02 | 1 |

Таблица 2 – Результаты ответов на вопрос- утверждение: Я лично отвечаю за свое академическое образование

| Вопрос-утверждение: Я лично отвечаю за свое академическое образование. | Выборка | Значение по шкале Ликерта | | | | | Среднее значение |
|--|---------|---------------------------|------|------|------|------|------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Технологический факультет университета Портсмута (Англия) | 425 | 186 | 178 | 37 | 17 | 7 | 1,78 |
| | | 0,43 | 0,42 | 0,09 | 0,04 | 0,02 | 1 |
| Факультет ЛА и ДЛА НИУ СГАУ | 105 | 64 | 30 | 10 | 1 | 0 | 1,5 |
| | | 0,61 | 0,29 | 0,09 | 0,01 | 0,0 | 1 |

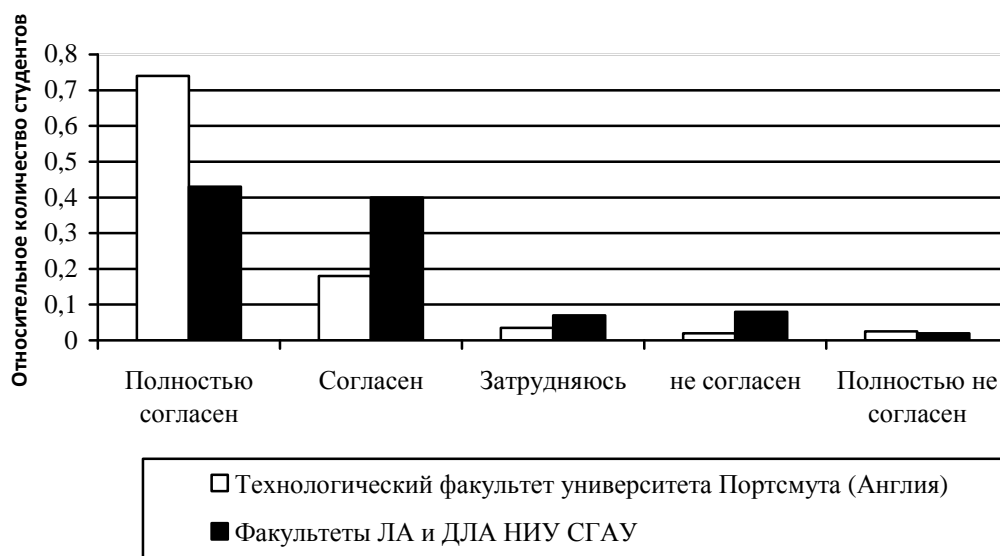


Рисунок 7 – Сравнение результатов исследования мотивации студентов в ответах на утверждение: для меня важно учиться хорошо

На рисунках 7 и 8 такое сравнение для двух университетов приведено в относительном виде. Из рисунка 7 видно, что значимость знаний для нынешнего студента, а завтрашнего инженера в российском и зарубежном университетах все-таки отличается. Для зарубежных студентов «важно учиться хорошо» безоговорочно отмечают 75% от общего числа опрошенных студентов, и меньше 5% не согласны с этим утверждением. Российскому студенту также «важно учиться хорошо», и совокупный процент таких студентов достаточно высок 85%, но из них лишь половина абсолютно солидарна с этим утверждением. Процент несогласных,

напротив, в два раза больше, чем у студентов из Англии, и составляет 10%. В этом количественном различии просматривается (или нет) перспектива получения достойной инженерной работы в России для большинства выпускников технических факультетов.

При этом рисунок 8 демонстрирует проявление все-таки большей ответственности у российских студентов за свое образование при полном отсутствии несогласных студентов с такой позицией, в отличие от студентов, обучающихся в Англии.

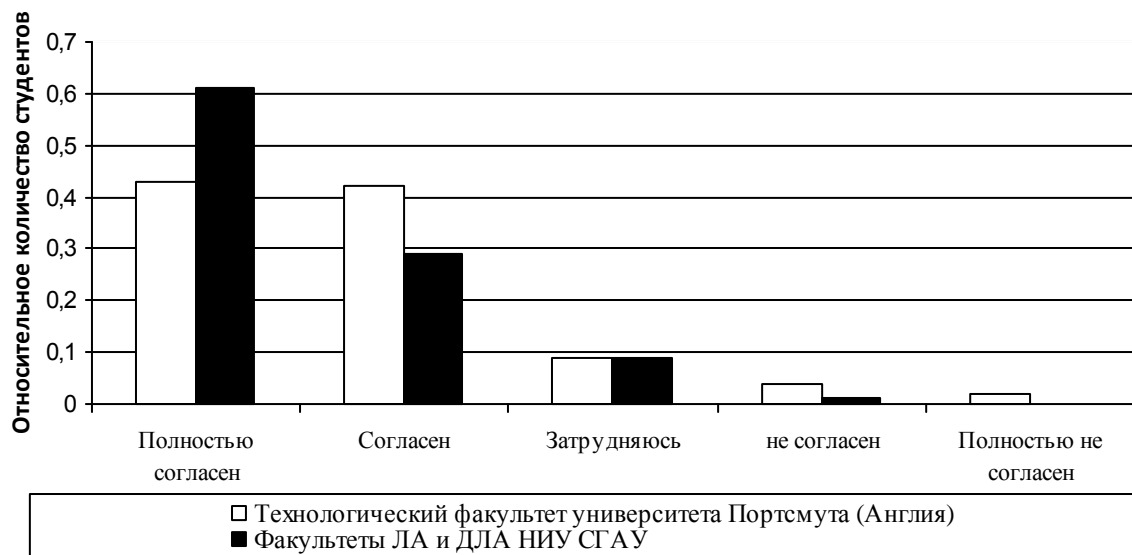


Рисунок 8 – Сравнение результатов исследования мотивации студентов в ответах на утверждение: я лично отвечаю за свое академическое образование

В результатах опроса, имеющих наименьшую оценку, попал вопрос, характеризующий профессиональный интерес к предметам, изучаемым в университете. Так в таблице 3 приведены результаты сопоставления ответов студентов Портсмута и Самары на вопрос о чтении студентами научных статей вне курса. Полученное среднее значение по шкале Ликерта разделило студентов из Портсмута ровно наполовину в ответе на поставленный вопрос.

Таблица 3 – Результаты ответов на вопрос- утверждение: Я читаю много научных статей вне курса

| Вопрос-утверждение: Я читаю много научных статей вне курса | Выборка | Значение по шкале Ликерта | | | | | Среднее значение |
|--|---------|---------------------------|-------|-------|------|------|------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Технологический факультет университета Портсмута (Англия) | 425 | 52 | 92 | 129 | 114 | 39 | 2,99 |
| | | 0,12 | 0,22 | 0,30 | 0,27 | 0,09 | 1 |
| Факультет ЛА и ДЛА НИУ СГАУ | 105 | 8 | 14 | 12 | 47 | 24 | 3,51 |
| | | 0,07 | 0,135 | 0,115 | 0,45 | 0,23 | 1 |

Рисунок 9 показывает, что студенты из Самары в своей основной массе ограничиваются в основном тем объемом учебной литературы, который является обязательным для изучения той или иной дисциплины.

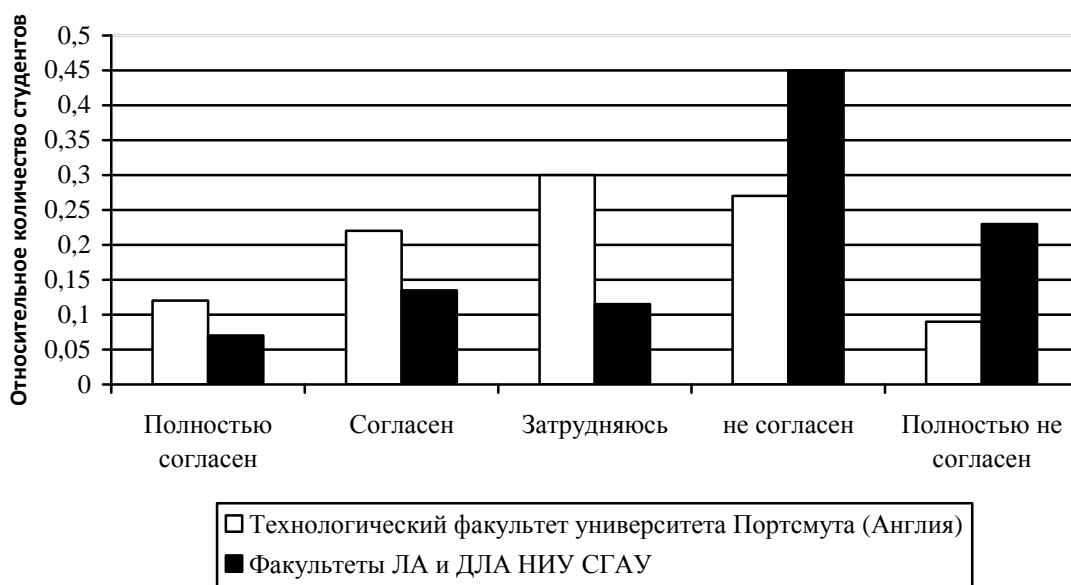


Рисунок 9 – Сравнение результатов исследования мотивации студентов в ответах на утверждение: я читаю много научных статей вне курса

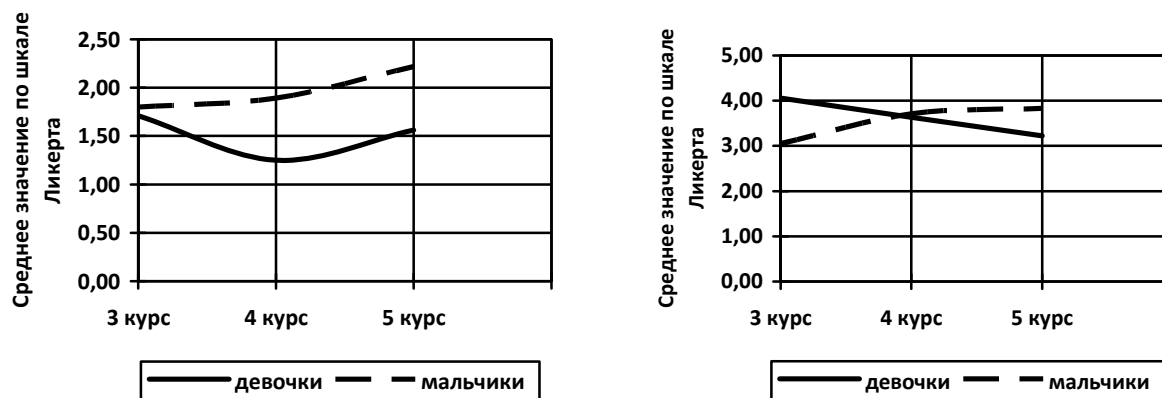
Представляет интерес изменения мотивации у студентов в процессе получения инженерного образования, в разрезе разных курсов с 3-го по 5-й. В таблице 1 на основе среднего значения по шкале Ликерта приведено сравнение ответов на вопросы-утверждения, рассмотренных в таблицах 1 и 3, на разных курсах дифференцированно для девочек и мальчиков. К сожалению, не представляется возможным сопоставить полученные результаты с данными других исследований в виду их отсутствия у автора.

Таблица 4 – Средние значения по шкале Ликерта (различие по полу в разрезе курсов)

| Вопрос-утверждение: | Пол | 3 курс | 4 курс | 5 курс |
|--|----------|--------|--------|--------|
| Для меня важно учиться хорошо | девочки | 1.71 | 1.25 | 1.56 |
| | мальчики | 1.80 | 1.89 | 2.22 |
| Я читаю много научных статей вне курса | девочки | 4,06 | 3,63 | 3,22 |
| | мальчики | 3,05 | 3,71 | 3,83 |

Из анализа результата, представленного на рисунке 10а видно, что для девочек важнее учиться хорошо, а у мальчиков с годами интерес к получению высоких оценок может даже ослабевать. При этом некоторые девочки к старшим курсам начинают проявлять интерес к дополнительным источникам знаний (чтению дополнительной литературы), а некоторые мальчики, напротив, могут этот интерес потерять (рисунок 10б).

Стоит отметить, что ранее количество девочек на инженерных факультетах не превышало 10-20 % от общего числа студентов, а на некоторых специальностях их вообще не было. Сейчас в российских университетах количество девочек на инженерных специальностях значительно выросло и в среднем составляет 20-50%. Поэтому приведенные выводы для будущих российских инженеров справедливы, конечно, лишь для современного соотношения полов и качественного состава студенческих потоков, которые характеризуются феминизмом одних и инфантильностью других.



а) ответ на утверждение: для меня важно учиться хорошо. б) ответ на утверждение: я читаю много вне курса

Рисунок 10 – Исследование мотивации студентов инженерных специальностей факультетов ЛА и ДЛА СГАУ (различия по полу в разрезе курсов)

6 Смена парадигм

Россия все еще в процессе смены образовательной модели высшей школы. Хотя новомодные слова «образовательная траектория», «компетентностный подход» уже вошли в университетский сленговый оборот [11-19]. По словам профессора из Германии Дитера Шмитта, прочитавшего в апреле 2012 года курс лекций для студентов и преподавателей в СГАУ, «новая насильственно введенная модель не годится для подготовки инженеров». Его оценка Болонского процесса в Германии для инженерного образования отрицательная, как, впрочем, и самих германских студентов [16]. Специфика инженерного образования, по его мнению и мнению многих профессоров, много десятилетий готовивших инженеров, заключается в фундаментальной подготовке студентов по базовым для инженера дисциплинам: математике, физике, сопромату, материаловедению и др. Именно эти дисциплины являются основой для углубленного изучения специальных дисциплин, таких как, аэродинамика, динамика полета, строительная механика и др. На освоение фундамента отводится 2 года и обычно 30-40% студентов не выдерживают и не подтверждают свою склонность к техническим искусствам. В нынешнем варианте трех-четырёх летний бакалавриат больше похож на колледж, который ориентирован на подготовку техников, а не инженеров. Поступление в магистратуру с уровнем знаний техника создает проблемы, связанные с поверхностным изучением базовых для будущего исследователя дисциплин. Возможно, для гуманитариев такой вариант приемлем, но для подготовки инженеров опыт, наработанный в советской школе, да и в немецкой тоже, не стоит отбрасывать.

По мнению профессора Комарова В.А. (СГАУ) поддержка сразу двух систем еще хуже, т.к. увеличивает количество непроизводительных бумаг, обеспечивающих многообразие и многовариантность курсов и дисциплин. Преодолевать пропасть в два прыжка – гиблое дело. Как известно, Казахстан сразу перешел на новую систему «бакалавриат-магистратура», включая и подготовку доктора философии PhD (убрав кандидатские ступени или в Российском понимании убрав докторские, давая фактически кандидатам степень PhD).

На взгляд автора с учетом смены парадигмы высшего образования назрела отмена во многом ставшей бессмысленной с практической и научной точки зрения докторской диссертации. Слабость нынешних кандидатских работ, особенно в гуманитарных сферах, где диссертации «пекутся» просто в интернете под заказ, является слабым аргументом в пользу сохранения еще одной ступени. При наличии магистерской диссертации, аргументы трижды выходить на квалификационную защиту должны быть исчерпаны. Доктор философии (PhD)

должен трудиться, выдавая научный и инновационный продукт на благо своей семьи, своей Родины, своего университета или своей компании, а не «рассовывать» в журналы из списка ВАК десятки статей, в которых отсутствуют значимые результаты, тратя драгоценное время на выполнение иных квалификационных требований.

7 Проектное обучение

Согласно тезису С.А. Пиявского [14] об эволюционном внедрении систем в университете реально опробованным является проектное обучение. Известная китайская мудрость «услышал и забыл, увидел и запомнил, **сделал и понял**» - точно характеризует то, что в современном языке означает компетентностный подход в образовании.

Работа со студенческой скамьи в коллективе НИЛ или НИГ над реальными проектами способствуют быстрому профессиональному росту будущего специалиста. Как вспоминает проф. В.Г. Шахов: «...для тех студентов, которые были реально заинтересованы в углубленной подготовке, обучение по индивидуальным планам, несомненно, принесло большую пользу. Среди таких студентов были теперешние профессора СГАУ Горлач Б.А., Комаров В.А., Балакин В.Л., Салмин В.В., Титов Б.А. и другие» [20].

Новые образовательные технологии проходят сейчас обкатку на двух факультетах СГАУ - «обучение через исследования». При данной методологии снижается аудиторная нагрузка, увеличивается исследовательская часть, в которую активно привлекаются аспиранты, студенты и магистранты. Примером такого нового образования стал проект, который СГАУ выполняет совместно с ОАО «Кузнецов» - создание линейки газотурбинных двигателей на базе универсального газогенератора высокой энергетической эффективности. В этом проекте участвует более 300 человек, сотрудники ОАО «Кузнецов», профессорско-преподавательский состав, студенты и аспиранты СГАУ. По словам ректора СГАУ проф. Е.В. Шахматова: «Это комплексный проект, через который мы реализуем и образовательную, и научную деятельность, а также отработываем новую схему подготовки кадров для наших предприятий».

Проектное обучение предполагает максимальную инициативу и ориентирование студента на реальные потребности общества. Проект должен носить оригинальный характер и быть реализован в качестве программного продукта, изделия, устройства и т.д. Возможности реализации связаны с рыночной жизнеспособностью предлагаемого продукта, а именно, с поиском партнеров или клиентов. Таким образом, экономическое обоснование проекта, а также поиск финансовых ресурсов должны являться неотъемлемой частью проекта. В рамках проектного обучения студентам должна предоставляться возможность использовать научно-исследовательские центры и специализированные базы данных университета. Например, в СГАУ, наиболее перспективным может оказаться организация проектного обучения на межфакультетском уровне. Сложившаяся структура специальностей в СГАУ отвечает требованиям комплексного решения научных и инженерных проблем. В этом случае проблематику того или иного проекта можно рассмотреть максимально полно, а в ее решение включить специалистов различных специальностей и специализаций.

Самоорганизация при работе над проектом может проявиться в подборе и формировании команды. Инициатор идеи для решения задач привлекает специалистов, формируя коллектив, способный выполнить проект. С другой стороны, специалисты сами ищут приложение своих знаний в той сфере, где это даст наибольший результат. Эти встречные потоки и определяют сам процесс самоорганизации, когда потребность в знаниях и умениях, с одной стороны, и потребность в реализации ресурсов генерируют процесс матчинга в ПВ-сетях [21, 22].

В качестве инициаторов идеи проекта могут выступать студенты, магистранты, аспиранты, преподаватели и научные сотрудники университета. Если идея подана студентом, то он

самостоятельно подбирает себе куратора из числа преподавателей на основе анализа научных резюме преподавателей кафедр. На заседании кафедры руководителю необходимо защитить концепцию проекта, предоставив календарный план выполнения работ и планируемую смету расходов.

Основными условиями выполнения и поддержки проекта должны являться: инновационность, расширяемость, развитие, практическое применение, получение новых научных знаний, заделов для диссертаций, написание учебных пособий и монографий.

В случае утверждения проекта на заседании кафедры должно быть принято решение о создании временного проектного бюро (ВПБ) по типу научно-исследовательского подразделения. Перед началом работ должны быть составлены: сетевой план-график проекта, индивидуальные планы-графики, которые будут служить основой для планирования исследований и работ каждым участником проекта. Предложения–проекты должны содержать вопросы, требующие комплексной оценки, анализа, расчета и продвижения какого-либо артефакта.

В своих проектах руководитель должен обосновать потребные ресурсы. При необходимости вуз осуществляет закупку оборудования или их аренду у сторонних организаций.

Сущностями в проектном обучении являются преподаватели, студенты, научное оборудование и информационные фонды. Сущность обладает неким ресурсом, который в свою очередь имеет или может иметь потребность в определенных ресурсах других сущностей и в то же время имеет возможность поделиться своими ресурсами с другими сущностями (таблица 5).

Таблица 5 – Ресурсы и потребности сущностей ВПБ

| Сущности | Ресурсы | Потребности |
|---------------------------|---|---|
| <i>Преподаватель</i> | научные интересы, достижения | в студентах для выполнения проекта |
| <i>Студент</i> | научные интересы, достижения | в руководителе, способном сформулировать задачу |
| <i>Оборудование</i> | реестр всех имеющихся технических средств с описанием их характеристик | в использовании |
| <i>Базы данных и софт</i> | доступ к хранилищу и базе данных библиотеки, реестр установленных программ и баз данных | в применении |

Рекрутинг студентов во ВПБ осуществляется преподавателями самостоятельно. Студенты принимают решение о работе в том или ином ВПБ также самостоятельно, исходя из своих предпочтений. Нагрузка, выделяемая на студента в рамках проектного обучения, выделяется тому преподавателю, который формирует и руководит ВПБ.

Приведенный результат построения онтологии формирования ВПБ, когда студент подбирает себе преподавателя (руководителя), а преподаватель подбирает под проект студентов (исполнителей), с одной стороны, принципиально отличается от решаемой задаче по оценке деятельности студента [3], с другой стороны, имеются общие классы в созданных онтологиях. Ниже приводятся фрагменты атрибутов рассматриваемых сущностей *Студент* и *Профессор*.

STUDENT (ФИО студента, средний бал студента, посещаемость, знания CAD, знания языков программирования, участие в конференциях...);

PROFESSOR (тема и потребные качества для выполнения проекта).

На рисунке 11 приведены результаты двухстороннего матчинга по формированию ВПБ на примере двух групп и преподавателей одной из кафедр. Активность студентов группы

1302 позволило потенциально сформировать преподавателям Professor 7 и Professor 3 ВПБ из 6 и 5 студентов соответственно. При этом не все студенты и преподаватели смогли «найти друг друга»: возможности, способности и научные интересы не совпали.

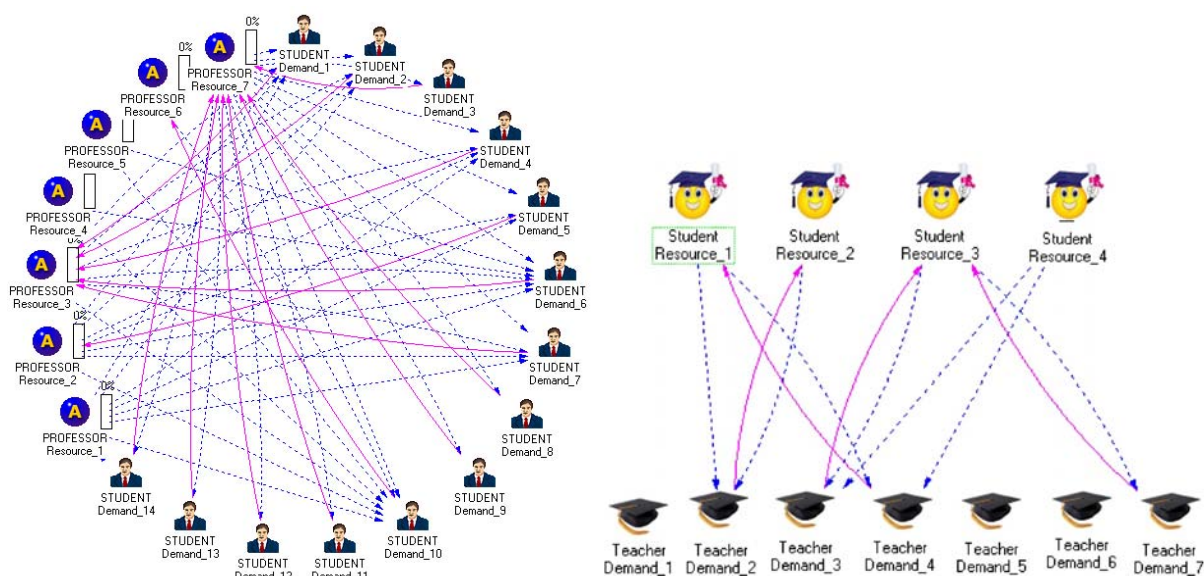


Рисунок 11 – Результаты матчинга по формированию ВТК (гр.1302 – слева, гр.1402 - справа)

Благодарности

К высказанным в первой части статьи благодарностям хотелось бы добавить главных действующих лиц в университете – студентов, магистрантов и аспирантов Самарского государственного аэрокосмического университета, отметив именно тех из них, которые участвовали в анкетировании, подготовке и обработке материалов для этой части статьи. Спасибо, вам всем, ребята!

Список источников

- [1] Боргест Н.М. Будущее университета: онтологический подход. Часть 1: история, прогноз, модели. «Онтология проектирования», № 1(2), 2011. — с. 66-79
- [2] Малевич Е.Ф. Общество как система и процесс: Социально-философское введение в социологию: учебное пособие. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2011. – 200 с.
- [3] Усталов Д.А., Зафиров Е.А. Онтология и метод оценки деятельности студента для обеспечения компетентностного подхода в образовании. // Математическое моделирование в образовании, науке и производстве / Тезисы VII Международной конференции. Тирасполь, 8-10 июня 2011 г. — Тирасполь: Изд-во Преднепр. ун-та, 2011. — 236 с. <http://koost.eveel.ru/science/MM2011.pdf>
- [4] Maslow's Hierarchy of Needs. <http://www.edpsycinteractive.org/topics/conation/maslow.html>
- [5] Боргест Н.М. Формирование творческих компетенций на основе проектного обучения. Международная научно-практическая конференция с элементами научной школы для молодежи "Творческий потенциал - 2011", - СГАСУ, 2011
- [6] Университет в перспективе развития: Альманах Центра проблем развития образования БГУ. № 5: Политики субъективации в университетском образовании / Белорусский государственный университет, Центр проблем развития образования; под ред. А. М. Корбута, А. А. Полонникова. - Мн.: Пропилеи, 2007. - 148 с.
- [7] Лаврентьев В.П. Онтология образования взрослых в свете православной традиции. Покровские чтения 2000г. Материалы. http://www.nravstvennost.info/library/news_detail.php?ID=5051
- [8] Проскурнин В.А. Перспективы образования: raison d'être автономии Нового Университета. От романтики к прагматике. Статья представляет собой обновленную редакцию первой версии: В.А. Проскурнин. Заметки

- к автономизации университета. Август, 2006 // <http://edu.futurisrael.org/ProskAutUniver-2.htm>. 17.09.2011 [http://ontology.mirtesen.ru/blog/43638255278/PERSPEKTIVYI-OBRAZOVANIYA-\(II\)](http://ontology.mirtesen.ru/blog/43638255278/PERSPEKTIVYI-OBRAZOVANIYA-(II))
- [9] Беляков С.А. Зарубежный опыт совершенствования управления образованием: основные модели. Национальные исследовательские университеты – будущее высшей технической школы России // Университетское управление. 2009. №1. – С. 45-63. <http://www.umj.ru/index.php/pub/inside/1051/>
- [10] Витгих В.А. Управление ситуациями в сложных развивающихся системах с применением интересубъективных теорий: препринт. – Самара: ИПУСС РАН, 2011. -16 с.
- [11] Боргест Н.М. Принципы управления вузом на основе самоорганизации. Труды 13-й Международной научной конференции «Проблемы управления и моделирования в сложных системах», ИПУСС РАН, Самара, 2011. – С. 391-400.
- [12] Ефимов В.С., Лаптева А.В. Будущее высшего образования в России: экспертное видение. «Университетское управление: практика и анализ». №4 (74), 2011 <http://www.umj.ru/index.php/pub/inside/1278/>
- [13] Инновационные подходы в подготовке специалистов для высокотехнологического машиностроения: монография / [Ф.В. Гречников и др.] – Самара: Изд-во Самар.гос.аэрокос.ун-та, 2009 – 188 с.
- [14] Пиявский С.А. Исследовательская деятельность студентов как основа обучения в вузе будущего. Международная научно-практическая конференция с элементами научной школы для молодежи "Творческий потенциал - 2011". – Самара: СГАСУ, 2011.
- [15] Savage N., Birch R., Noussi E. Motivation of engineering students in higher education. "Engineering education", vol.6, issue 2 2011, - p.39-46
- [16] Schuster K., Bach U., Jeschke S. OpenBologna: a strategic instrument for integrating students in curriculum development. "Engineering education", vol.6, issue 2 2011, - p.47-56
- [17] Шухман А.Е., Мотылева М.В. Моделирование образовательных траекторий студентов на основе компетентностного подхода. В сб. материалов III Международной научно-практической конференции ИНФО-СТРАТЕГИЯ 2011: Общество. Государство. Образование. – Самара, 2011.- С.106-108
- [18] Программа стратегического развития университета на период до 2015 года. СГАУ. http://www.ssau.ru/info/official_docs/program/
- [19] Hubbard E., Gregory K. Supporting multi-discipline undergraduate group projects. "Engineering education", vol.6, issue 2 2011, - p.13-20
- [20] Шахов В.Г. Что вспомнилось... Рабочая версия книги «ВЗЛЁТ» (КуАИ – СГАУ – НИУ. 1942-2012 гг.) <http://www.ssau.ru/info/70/>
- [21] Боргест Н.М., Симонова Е.В. Основы построения мультиагентных систем, использующих онтологию: учеб.пособие. Самара: Изд-во СГАУ, 2009. – 80 с.
- [22] Скобелев П.О. Онтологии деятельности для ситуационного управления предприятиями в реальном времени / П.О. Скобелев // Онтология проектирования. – № 1(3). -2012. – С. 6-38.

Сведения об авторе



Боргест Николай Михайлович, 1954 г. рождения. Окончил Куйбышевский авиационный институт им. С.П. Королёва в 1978 г., к.т.н. (1985). Доцент кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов Самарского государственного аэрокосмического университета (национальный исследовательский университет), директор издательства «Новая техника». Член Международной ассоциации по онтологиям и их приложениям (IAOA). В списке научных трудов около 100 работ в области автоматизации проектирования и искусственного интеллекта.

Nikolay Mikhailovich Borgest (b.1954) graduated from the Korolyov aerospace Institute (Kuibyshev-city) in 1978, PhD (1985). Hi is Assistant Professor at Samara State Aerospace University S.P. Korolyov (Department of construction and design of aircraft SSAU), Founder and Director of "New Engineering" (publishing house). Hi is the International Association for Ontology and its Applications member. Hi is co-author of about 100 scientific articles and abstracts in the field of CAD and AI.

ABSTRACTS

P.O. Skobelev _____ 6-38

ACTIVITY ONTOLOGY FOR SITUATIONAL MANAGEMENT OF ENTERPRISES IN REAL TIME

*Institute for the Control of Complex Systems of the Russian Academy of Sciences, Knowledge Genesis Group of companies
petr.skobelev@gmail.com*

In this paper we propose an approach to building ontologies of enterprises that integrate knowledge from various fields to build a conceptual model applicable to a situation of resource management companies. To this end, a brief overview of existing approaches to ontology and category analysis of company characteristics are given; "the way of the master", the epistemological knowledge genesis presented as a chain of inventions and discoveries of the domain, is considered. The article presents a tool kit for working with activity ontologies that can be used, for example, for distribution, planning, enterprise resources optimisation, and some other applications.

Keywords: *ontology, business model, multi-agent systems, resource management, knowledge integration, real time*

P.I. Sosnin, V.A. Maklaev _____ 39-52

INSTRUMENTAL MEANS FOR SPECIFICATIONS OF CONCEPTUALIZATIONS IN DESIGNING OF AUTOMATED SYSTEMS

*Ulyanovsk State Technical University
sosnin@ulstu.ru; mars@mv.ru*

Perfection of workflows providing the specifications of conceptualizations, promotes increasing of a degree of success in designing the modern automated systems. In paper the new forms and means of specifications based on the real time construction and use of the project ontology in the stepwise refinement of the project, the question-answer analysis of design tasks and their modeling in forms of precedents are offered.

Key words: *automated system, question-answer modeling, design precedent, pseudo-code programming, specification of conceptualization, project ontology.*

A.V. Bukhanovsky, Y.I. Nechaev _____ 53-64

METAONTOLOGY OF RESEARCH DESIGN OF MARINE DYNAMIC OBJECTS

*St. Petersburg State University of Information Technologies, Mechanics and Optics
avb_mail@mail.ru; nechaevl@mail.ifmo.mail.ru*

The work discusses the questions of ontology and metaontology modifications in the dynamic structure of the intellectual system of the research design of marine vessels and facilities for ocean development. An information model allows the construction of ontology of navigability in complex dynamic environments due to nonlinear interaction of the research objects with the wind and wave disturbances. The structure of the wave field is defined as climatic sea wave spectra. The relationship between the ontology of the information model is represented as a decision tree. A formal model and a hierarchical structure of the ontology are considered in the paradigm of information processing in a multiprocessor computing environment. The article presents a fragment of a semantic network, which determines the ontology of functional elements of knowledge base and realises the dynamic structure of knowledge in the analysis of emergency situations that occur when marine dynamic object are exploited. Particular attention is drawn to the formalisation of the domain to solve the problem of navigability in the case of uncertainty and incompleteness of initial information.

Keywords: *metaontology, dynamic object, navigability, research design, the dynamics of interaction.*

S.M. Krylov, E.N. Grebenshikov _____ 65-72

ONTOLOGY OF HETEROGENIOUS ELECTRONICS SYSTEMS DESIGN

*Samara State Technical University
s_m_krylov@mail.ru; orionzzzqq@mail.ru*

The paper deals with basic mathematical prerequisites for development of formal methods for synthesis and improvements of electronics systems and their parts by using heterogeneous functional electronic blocks.

Key words: *ontology of designing, homogeneous circuits, heterogeneous circuits, functional completeness, axiomatic of metaphysics, General Formal Technology, General System Theory, object properties, object functionalities.*

S. D. Makhortov, M.D. Shurlin

73-79

ALGEBRAIC MODELS OF TYPES HIERARCHY FOR DESIGN AND REFACTORING*Voronezh State University**sd@expert.vrn.ru; mshurlin@gmail.com*

Algebraic methods are useful while designing and refactoring object-oriented information systems. Such methods could be used like a basis for source code verification and optimization processes. This paper considers kind of lattice-based algebraic structures that describe object-oriented programming type hierarchy. The article deals with the following properties of these structures: closure, transformation equivalency, existence of logical reduction. Described methodology aims at type hierarchy verification and refactoring. One of the refactoring main goals is the automatic reducing of source code redundancy.

Keywords: *type hierarchy, algebraic system, design, refactoring.*

V.A. Uglev

80-86

ACTUALISATION OF DESIGN STANDARDS OF COMPLEX TECHNICAL OBJECTS. ONTOLOGICAL APPROACH*Centre for Applied Research of Siberian Federal University in Zheleznogorsk**uglev-v@yandex.ru*

This article describes the approach of documents organisation that standardises high-tech production with the maximum effect of content actualisation. The work sets the basic problems of the development of such instruments and the method of their decomposition for the formation of static and dynamic parts of knowledge field about the domain and strategy decisions. As a tool for knowledge organisation an ontological approach is used, which intends to form a particular ontology and metaontology. Ontological standard as a complete decision support system is presented in the article to provide an automated version of project alternatives formation and optimal decision-making.

Keywords: *standardisation, ontology, design, knowledge engineering, decision support systems, system engineering.*

N.M. Borgest

87-105

FUTURE OF THE UNIVERSITY: ONTOLOGICAL APPROACH. PART 2: ENTITIES, MOTIVATION, PROJECT-BASED EDUCATION*Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University),**Samara, Russia**borgest@yandex.ru*

The second part provides a research of the entities of the “university” domain. Their properties and relations are identified. The problems of motivation in the university and motivation of students of engineering specialties in particular are discussed. The data on what motivates undergraduates obtained using the Likert scale questionnaire was analysed and compared with the results of similar foreign researches. Some examples of project-based education development in the higher education institutions of Russia and other countries are given.

Keywords: *university, ontology, design, Project-based education, motivation in education, self-organization*

Ontology Summit 2012 Communiqué¹

Ontology for Big Systems

1. Focus & Scope

The 2012 Ontology Summit, *Ontology for Big Systems*, sought to explore, identify and articulate how ontology, its methods and paradigms, can bring value to the architecture and engineering of Big Systems throughout their full lifecycles.

The term Big Systems was intentionally vague and intended to cover a large scope that included many of the terms encountered in the media and engineering including:

- Big Data and the systems that handle it
- complex systems including those that support processing, physical or information, and socio-technical economic interactions/processes
- intelligent or smart systems...

As is traditional with the Ontology Summit series, the results were captured in the form of a communiqué, with expanded supporting material provided on the web².

2. Summary

The principal goal of the summit was to bring together and foster collaboration between the ontology community, systems engineering community, and stakeholders in Big Systems. The common thread that emerged for Big Systems and Big Data was models and modeling; the status of models as an authoritative source of information for these systems; the need to have models with greater fidelity and interoperability that adequately represent the complexity of the systems and their (operational) environments ...

Among the current approaches to mitigate some of the complexity and cost factors associated with engineering are executable architectures and model based engineering. Each approach involves a model to either understand the thing being designed or to provide a predictive base of design. In each case current methodologies and tools often fall short of providing:

- sufficient rigor in their ability to adequately represent the system for the needs of the entire engineering lifecycle and its environment
- adequate ontological analysis of the domain or its constituent parts
- explicit semantics (usually only in the minds of the modelers and therefore prone to variation between modelers and inconsistency across disciplines)
- the use of logical inferencing to automate processes...

3. Introduction

In the past decade, more data has been collected, more video has been produced and more information has been published than in all of previous human history. At the same time, with the advent of the computer, digital representations, and the Internet, it has been possible to model more of the complexity of systems, connect more people, and connect more (information) systems.

... The tracks were as follows:

- Big Systems Engineering
- Big Data Challenge
- Large Scale Domain Applications
- Quality Cross Track
- Federation and Integration of Systems

3.1. Big Systems Engineering

Engineers and designers have always used a variety of models as part of their disciplines. Designing a car, a power plant, information application, or a transportation system relies heavily on creating a model of the system. Similarly, models are used extensively in trying to understand how complex systems such as the human body or climate works. In the computing age, it has become far easier to create and share these models, and given the scale and complexity of the systems being modeled, these models are becoming the authoritative source ...

There are various standardization efforts underway to advance the semantic and ontological foundations, from the development of **ISO 15926** (a standard for data integration, sharing, exchange, and hand-over between computer systems), to providing formal semantics for the Unified Modeling Language. Similarly, groups are working to build repositories of ontologies, or libraries of ontology patterns - snippets that formalize important aspects of reality such as “part-of” or “is-a”...

4. Recommendations & Observations

This section represents a distillation of the discussion in this year’s summit focused on recommendations and observations, beginning with a listing followed by more detailed explanations...

5. Conclusion

Big Systems can garner benefits in many ways from the use of ontology throughout their full lifecycles. To more completely integrate ontology and ontological analysis into the engineering community and its processes, the skills most needed include a combined understanding of a scientific or engineering discipline and knowledge of ontological analysis and ontology-based technologies. To realize this combination a transition based on existing paradigms and tools will need to be exploited in order to create the infrastructure, both technical and social (i.e. human systems integration), needed for quality ontology development and more general use...

The engineering ecosystem and Big Data users have much to gain from the use of ontology and ontological analysis. These capabilities can provide the key to engineer better systems, reduce costs and accelerate the process of scientific discovery and innovation.

¹ This is the final version of the communiqué. Posted April 13, 2012. <http://ontology.cim3.net/OntologySummit/2012/communique.html> (in short).

2 мая 2012 члены редколлегии журнала, являющиеся членами ИАОА, одобрили и присоединились к официальному сообщению, подготовленному к саммиту по Онтологии для больших систем.

² <http://ontology.cim3.net/cgi-bin/wiki.pl?OntologySummit2012>

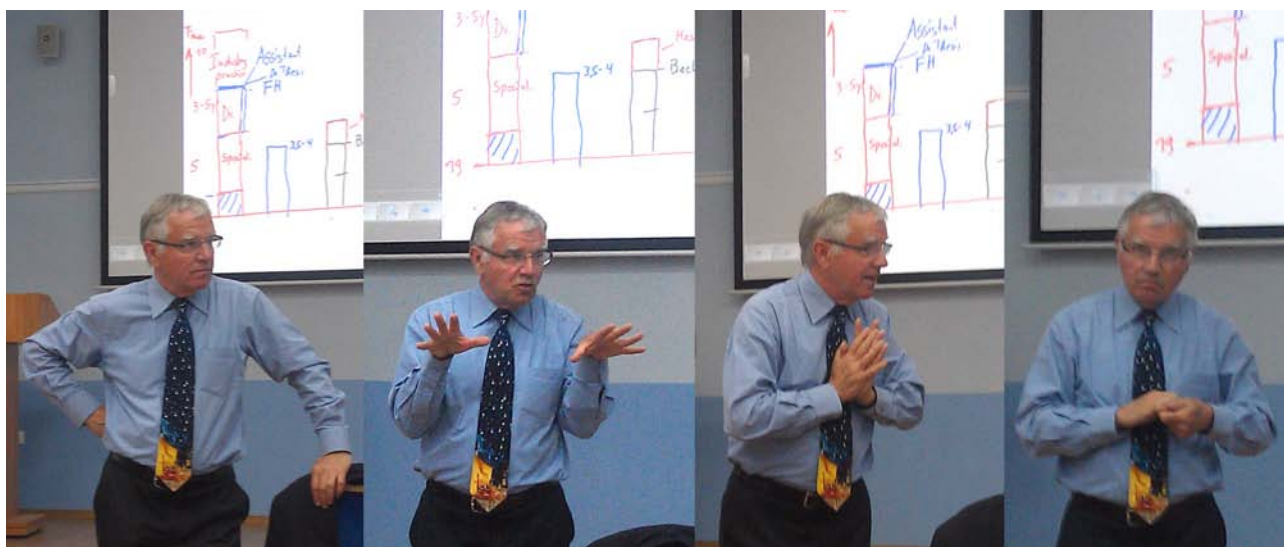
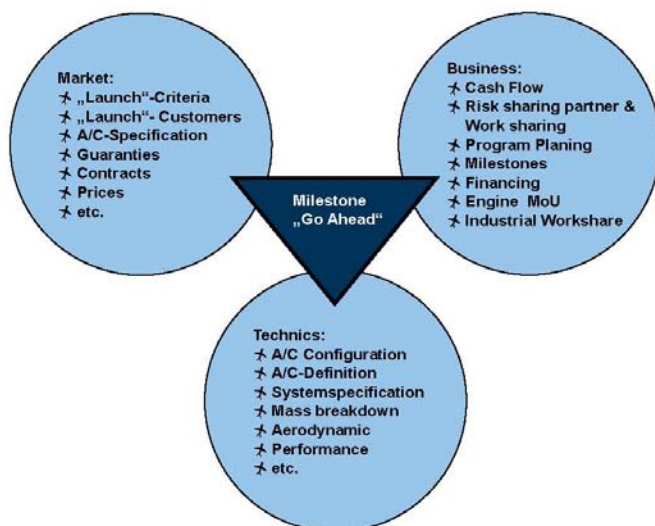
МАГИЧЕСКИЕ ТРЕУГОЛЬНИКИ ПРОФЕССОРА ШМИТТА

Член редколлегии нашего журнала, профессор Комаров В.А., заведующий кафедрой конструкции и проектирования летательных аппаратов Самарского государственного аэрокосмического университета пригласил разработчика концепции европейского самолета А-380 консорциума Аэробас, профессора Дитера Шмитта (Prof. h.c. Dr.-Ing. Dr.h.c. Dieter Schmitt) с циклом лекций для студентов и сотрудников СГАУ. Дитер Шмитт имеет колоссальный опыт работы в высокотехнологичных компаниях Тулузы, Гамбурга, Мюнхена, в том числе, долгое время работал в должности Вице-Президента по научным исследованиям и технологиям Airbus. Курс лекций и семинаров по системам воздушного транспорта, проведенный профессором с 17 по 26 апреля, имел огромный успех в СГАУ.

Профессионально точный, блестящий синхронный перевод в исполнении только что защитившего диссертацию по оптимальному проектированию крыла самолета, аспиранта СГАУ Антона Кузнецова, украсил праздник встречи пытливейшей молодой аудиторией с именитым профессором из Тулузы.

Фактически все были свидетелями рассказа профессора об онтологии проектирования самолета, о ее современной организационно-технологической ресурсной концепции.

„Magic Triangle before Program Start



Семинар для преподавателей и специалистов СГАУ

Time – Cost – Quality



Онтологические сущности (в терминологии профессора Шмитта участники авиатранспортной системы), их характеристики и связи подробно рассмотрены на семинарах.

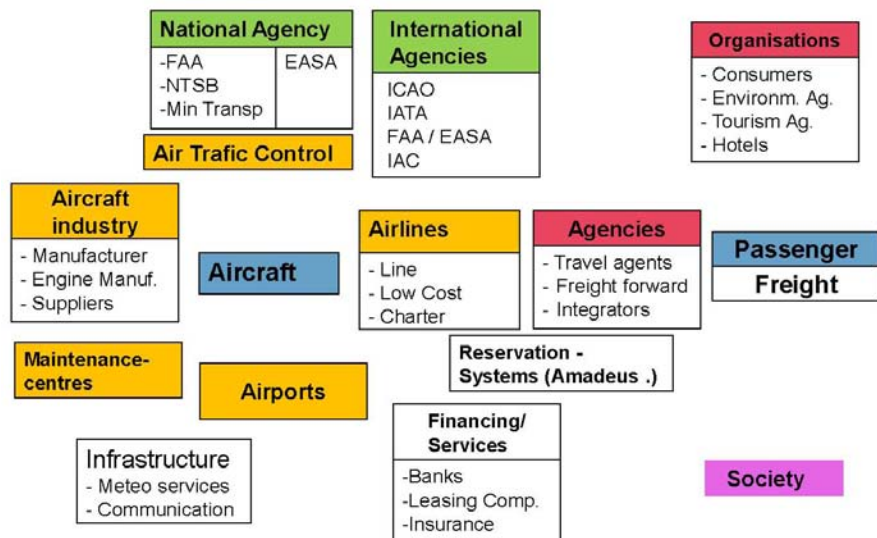
Магические треугольники или по индийским традициям три кита, на которых строится онтология создания артефактов и самолета в частности, состоят из Time – Cost – Quality

An optimum of all three areas cannot be achieved!

(Время – Цена – Качество) и соответствующие им реализация Market – Business – Technics (Рынок – Бизнес – Инженерия).

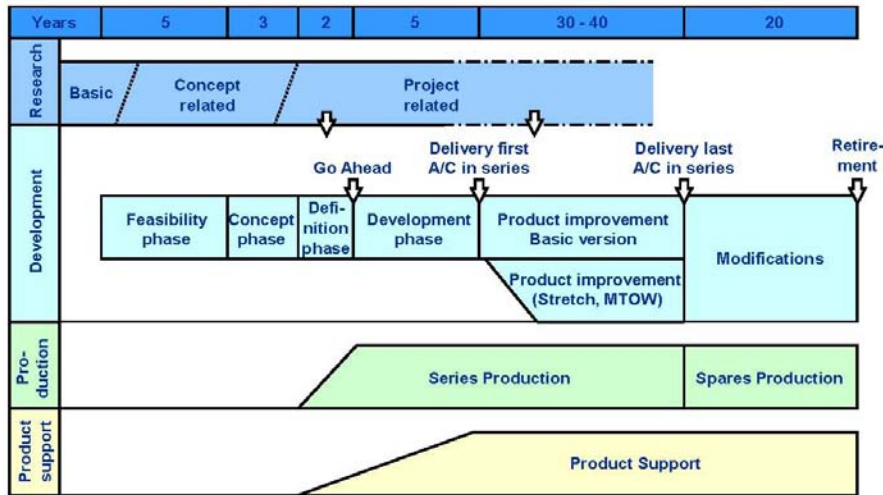
По итогам прочитанного и обсужденного курса профессор Шмитт провел тестирование, для подготовки к которому он любезно предоставил презентации своих лекций.

Participants of the Civil Air Transport Systems



Лекции для студентов СГАУ

Typical life cycle of a civil program TUM

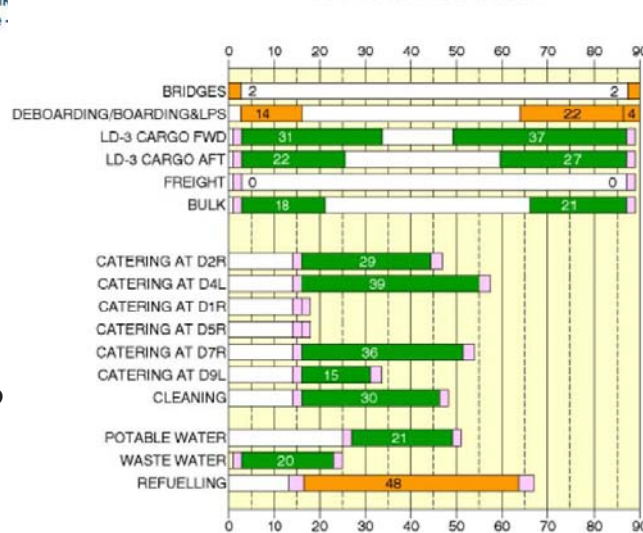


Turn-Around – Airbus A380



Lehrstuhl für Luftfahrttechnik
Vorlesung Luftfahrtsysteme

TURN-ROUND TIME IN MINUTES



90'

- ★ 555 Passengers
- ★ 2 Doors Main Deck
- ★ 1 Door Upper Deck

Презентация
курса лекций и
семинаров по
системам воздушного
транспорта
профессора
Дитера Шмитта

http://www.ssau.ru/files/events/AirTransportSystemSamara2012V1_11_04_2012.pdf



Тестирование студентов СГАУ



**XIV Международная конференция
«Проблемы управления и моделирования
в сложных системах»
19-22 июня 2012 г.**

**Дом ученых Самарского научного центра
Российской академии наук
г. Самара, Студенческий пер., 3А.**

Организатор конференции:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт проблем управления сложными системами Российской академии наук

Направления работы конференции:

- оптимальное управление системами с распределёнными параметрами;
- ситуационное управление и системы поддержки коммуникативных действий;
- стратегическое управление в энергетике;
- модернизация управления региональным здравоохранением;
- информационно-измерительные и управляющие системы;
- мультиагентные системы и технологии.

*В рамках конференции будут организованы Круглые столы по темам:
«Конвергенция наук об искусственном и гуманитарных наук»,
«Проблемы и направления развития региональной информатизации»*

Контактная информация

443020, Самара, ул. Садовая, 61, ИПУСС РАН, <http://www.iccs.ru>

тел. (846) 332-39-27, факс (846) 333-27-70. E-mail: cscmp@iccs.ru

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

- Федосов Е.А.* - академик РАН, председатель Программного комитета
Виттих В.А. - д.т.н., заместитель председателя, ИПУСС РАН, г. Самара
Боровик С.Ю. - к.т.н., научный секретарь, ИПУСС РАН, г. Самара
Анишаков Г.П. - член-корреспондент РАН
Васильев С.Н. - академик РАН
Вшиневецкий Р. - президент IMACS, профессор Университета Радгерса, г. Нью-Йорк, США
Гридасов Г.Н. - к.м.н., заместитель председателя Правительства Самарской области – министр здравоохранения и социального развития
Инден У. - профессор Кельнского университета, г. Кельн, Германия
Казарин С.В. - заместитель председателя Правительства Самарской области – руководитель департамента информационных технологий и связи
Клименко А.В. - к.э.н., проректор НИУ Высшая школа экономики, г. Москва
Козлов М.А. - заместитель руководителя аппарата Правительства Самарской области – руководитель департамента государственного управления
Кузнецов Н.А. - академик РАН
Новиков Д.А. - член-корреспондент РАН
Рапопорт Э.Я. - д.т.н., ИПУСС РАН, г. Самара
Ржевский Г.А. - профессор Открытого университета, г. Лондон, Великобритания
Себряков Г.Г. - член-корреспондент РАН
Смирнов С.В. - д.т.н., ИПУСС РАН, г. Самара
Теряев Е.Д. - член-корреспондент РАН
Хасаев Г.Р. - д.э.н., ректор Самарского государственного экономического университета
Шорин В.П. - академик РАН

Индекс 29151

АНОНС СЛЕДУЮЩЕГО НОМЕРА

Во 2-ом номере 2012 года выйдут в свет заявленные статьи:

Комаров В.А.

Повышение точности прогнозных расчетов в проектировании

Боргест Н.М.

Фактор времени в проектировании

*Готовятся к публикации в журнале
работы докторов наук:*

Пиявского С.А. (СГАСУ),

Белоусова А.И. (СГАУ),

Валькмана Ю.Р. (МНУЦ ИТиС НАН и МОН Украины)

Смирнова С.В. (ИПУСС РАН) и др.

*The Editorial Board invites foreign authors
to publish their research results
in the journal “Ontology of Designing”*

F
O
I
S

7th International Conference
on Formal Ontology in
Information Systems

July 24 – 27

2012

IAOA

<http://www.kr-med.org/icbofois2012/fois.htm>
<http://iaoa.org/>



Издательство “Новая техника”

443010, Самара, ул.Фрунзе 145, тел/факс: +7 (846) 332 67 81, 332 67 84

Ontology of Designing, 2012, 2(2), 1-10