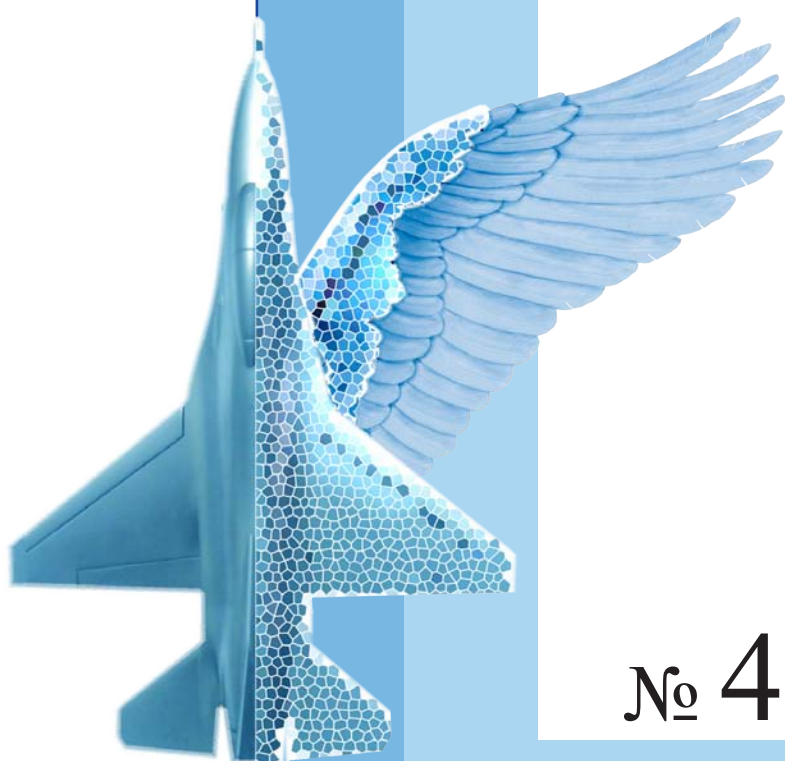


# ОНТОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

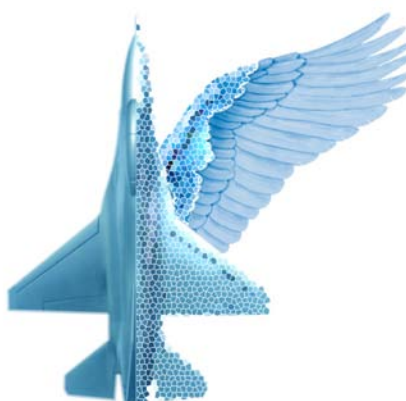


№ 4(14)/2014

**ОНТОЛОГИЯ**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Научный журнал

№ 4(14)



## EDITORIAL BOARD – РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Anatoly I. <b>Belousov</b>	<b>Белоусов</b> Анатолий Иванович, д.т.н., профессор, СГАУ, г. Самара
Nikolay M. <b>Borgest</b>	<b>Боргест</b> Николай Михайлович, к.т.н., профессор СГАУ, член ИАОА, г. Самара
Vladimir V. <b>Golenkov</b>	<b>Голенков</b> Владимир Васильевич, д.т.н., профессор, БГУИР, г. Минск
Vladimir I. <b>Gorodetsky</b>	<b>Городецкий</b> Владимир Иванович, д.т.н., профессор, СПИИРАН, г. Санкт-Петербург
Yuri R. <b>Valkman</b>	<b>Валькман</b> Юрий Роландович, д.т.н., профессор, МНУЦ ИТиС НАН и МОН Украины, г. Киев
Stanislav N. <b>Vasiliev</b>	<b>Васильев</b> Станислав Николаевич, академик РАН, ИПУ РАН, г. Москва
Vladimir A. <b>Wittich</b>	<b>Виттих</b> Владимир Андреевич, д.т.н., профессор, ИПУСС РАН, г. Самара
Nicholay G. <b>Zagoruiko</b>	<b>Загоруйко</b> Николай Григорьевич, д.т.н., профессор, ИМ СО РАН, г. Новосибирск
Alexander S. <b>Kleshchev</b>	<b>Клещёв</b> Александр Сергеевич, д.ф.-м.н., профессор, ИАПУ ДВО РАН, г. Владивосток
Valery A. <b>Komarov</b>	<b>Комаров</b> Валерий Андреевич, д.т.н., профессор, СГАУ, г. Самара
Sergey M. <b>Krylov</b>	<b>Крылов</b> Сергей Михайлович, д.т.н., профессор, СамГТУ, г. Самара
Victor M. <b>Kureichik</b>	<b>Курейчик</b> Виктор Михайлович, д.т.н., профессор, Технологический институт ЮФУ, г. Таганрог
Lyudmila V. <b>Massel</b>	<b>Массель</b> Людмила Васильевна, д.т.н., профессор, ИСЭМ СО РАН, г. Иркутск
Dmitry A. <b>Novikov</b>	<b>Новиков</b> Дмитрий Александрович, член-корреспондент РАН, ИПУ РАН, г. Москва
Semyon A. <b>Piyavsky</b>	<b>Пиявский</b> Семён Авраамович, д.т.н., профессор, СГАСУ, г. Самара
George A. <b>Rzevski</b>	<b>Ржевский</b> Георгий Александрович, профессор, Открытый университет, г. Лондон
Peter O. <b>Skobelev</b>	<b>Скобелев</b> Петр Олегович, д.т.н., НПК «Разумные решения», г. Самара
Sergey V. <b>Smirnov</b>	<b>Смирнов</b> Сергей Викторович, д.т.н., ИПУСС РАН, г. Самара
Anatoly V. <b>Sollogub</b>	<b>Соллогуб</b> Анатолий Владимирович, д.т.н., профессор, РКЦ «Прогресс», г. Самара
Peter I. <b>Sosnin</b>	<b>Соснин</b> Петр Иванович, д.т.н., профессор, УлГТУ, г. Ульяновск
Dzhavdet S. <b>Suleymanov</b>	<b>Сулейманов</b> Джавдет Шевкетович, академик, вице-президент АН РТ, г. Казань
Robert I. <b>Tuller</b>	<b>Таллер</b> Роберт Израилевич, д.филос.н., профессор, СГАУ, г. Самара
Boris E. <b>Fedunov</b>	<b>Федунов</b> Борис Евгеньевич, д.т.н., профессор, ГосНИИ Авиационных систем, г. Москва
Altynbek <b>Sharipbay</b>	<b>Шарипбай</b> Алтынбек, д.т.н., профессор, Институт искусственного интеллекта, г. Астана
Boris Y. <b>Shvedin</b>	<b>Шведин</b> Борис Яковлевич, к.психол.н., ООО «Дан Роуз», член ИАОА, г. Ростов-на-Дону

### Executive Editorial Board - Исполнительная редакция

Chief Editor <b>Smirnov S.V.</b>	Главный редактор	Смирнов С.В.	директор ИПУСС РАН
Executive Editor <b>Borgest N.M.</b>	Выпускающий редактор	Боргест Н.М.	директор изд-ва «Новая техника»
Editor <b>Kozlov D.M.</b>	Редактор	Козлов Д.М.	профессор СГАУ
Technical Editor <b>Simonova A.U.</b>	Технический редактор	Симонова А.Ю.	редактор изд-ва «Новая техника»
Translation Editor <b>Korovin M.D.</b>	Редактор перевода	Коровин М.Д.	аспирант СГАУ
Proofreader <b>Shustova D.V.</b>	Корректор	Шустова Д.В.	аспирант СГАУ

## CONTACTS – 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  
тел.: +7 (846) 267 46 47, факс.: +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/](http://agora.guru.ru/scientific_journal/)

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Номер контракта 64-03/2012.



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ «РАЗУМНЫЕ РЕШЕНИЯ»  
<http://www.smartsolutions-123.ru/>

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 01.12.2014. Тираж 300 экз.

© Все права принадлежат авторам публикуемых статей  
© Издательство «Новая техника», 2011-2014

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>От редакции</b>	
ТРИАДА ВИТРУВИЯ	5
АКТУАЛЬНАЯ СПРАВКА	7
<b>Г.А. Ржевский</b>	8
САМООРГАНИЗАЦИЯ В СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ	
<b>Е.И. Моисеев, А.А. Муромский, Н.П. Тучкова</b>	18
ОНТОЛОГИЯ НАУЧНОГО ПРОСТРАНСТВА ИЛИ КАК НАЙТИ ГЕНИЯ	
<b>В.В. Голенков, Н.А. Гулякина</b>	34
ПРОЕКТ ОТКРЫТОЙ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ КОМПОНЕНТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ. ЧАСТЬ 2: УНИФИЦИРОВАННЫЕ МОДЕЛИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	
<b>В.А. Стенников, Е.А. Барахтенко, Д.В. Соколов</b>	54
ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ МОДЕЛЬНО-УПРАВЛЯЕМОЙ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОСНАБЖАЮЩИХ СИСТЕМ	
<b>Т.Н. Ворожцова</b>	69
ОНТОЛОГИЯ КАК ОСНОВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ	
<b>А.Н. Копайгородский</b>	78
ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЙ В СЕМАНТИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ	
<b>В.А. Виттих</b>	90
ПОНЯТИЕ ИНТЕРСУБЪЕКТИВНОСТИ В ЭВЕРГЕТИКЕ	
<b>В.А. Филимонов</b>	98
КРОСС-ТЕХНОЛОГИИ СИТУАЦИОННОГО ЦЕНТРА - КОГНИТИВНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ	
<b>РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИЗДАНИЯ</b>	105
<b>КОНФЕРЕНЦИЯ OSTIS-2015</b>	106
<b>ИНФОРМАЦИЯ ОТ ПАРТНЁРА ЖУРНАЛА</b>	107
<b>ЮБИЛЕЙНЫЕ ЗАМЕТКИ</b>	108

## CONTENT

<b>From the Editors</b>	
TRIAD OF VITRUVIUS	5
ACTUAL INFORMATION	7
<b>G.A. Rzevski</b>	8
SELF-ORGANIZATION IN SOCIAL SYSTEMS	
<b>E.I. Moiseev, A.A. Muromskiy, N.P. Tuchkova</b>	18
ONTOLOGY OF SCIENTIFIC SPACE OR HOW TO FIND THE GENIUS	
<b>V.V. Golenkov, N.A. Guliakina</b>	34
PROJECT OF OPEN SEMANTIC TECHNOLOGY OF THE COMPONENTAL DESIGN OF INTELLIGENT SYSTEMS. PART 2: UNIFIED MODEL DESIGN	
<b>V.A. Stennikov, E.A. Barakhtenko, D.V. Sokolov</b>	54
USAGE OF ONTOLOGIES IN THE IMPLEMENTATION OF THE CONCEPT OF MODEL-DRIVEN ENGINEERING FOR THE DESIGN OF HEAT SUPPLY SYSTEMS	
<b>T.N. Vorozhtsova</b>	69
ONTOLOGY AS THE BASIS FOR THE DEVELOPMENT OF INTELLIGENT CYBERSECURITY SYSTEMS	
<b>A.N. Kopaygorodsky</b>	78
USE OF ONTOLOGIES IN SEMANTIC INFORMATION SYSTEMS	
<b>V.A. Vittikh</b>	90
CONCEPT OF INTERSUBJECTIVITY IN EVERGETICS	
<b>V.A. Filimonov</b>	98
CROSS-TECHNOLOGIES OF THE SITUATIONAL CENTER - A COGNITIVE INFRASTRUCTURE OF DESIGN	
<b>RECOMMENDED BOOKS</b>	105
<b>CONFERENCE OSTIS-2015</b>	106
<b>INFORMATION FROM PARTNER THE JOURNAL</b>	107
<b>ANNIVERSARY NOTE</b>	108



*Антитеза бытия и становления и попытка построения некой онтологии на синтезе их - вот, по-видимому, основной мотив и цель устремления современной мысли.*

Габричевский А.Г.<sup>1</sup>

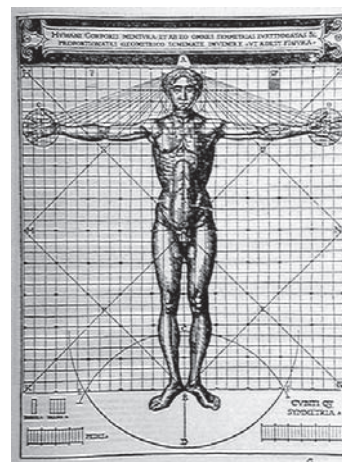
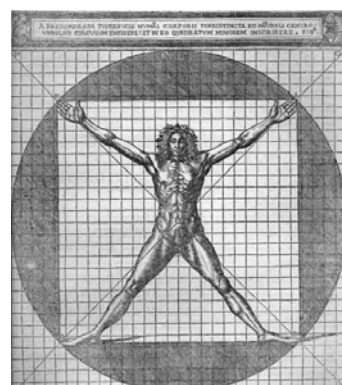
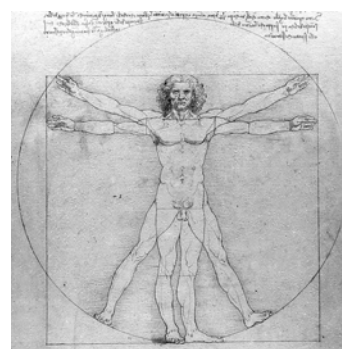
### **Дорогой наш читатель, уважаемые авторы и члены редакционной коллегии!**

Рисунок витрувианского человека, созданный великим Леонардо да Винчи<sup>2</sup> в конце XV столетия для иллюстрации книги, посвящённой трудам Витрувия, во многом способствовал сохранению и «продвижению» имени и самих трудов римского архитектора, механика и энциклопедиста *Витрувия (Vitruvius)*, жившего в I веке до н.э.

Сегодняшний разговор о Витрувии - дань нашей памяти *первому прикладному онтологу* в области архитектуры. «Золотые» пропорции витрувианского человека увековечили его создателя, как автора эргономической системы пропорционирования. В основе взглядов Витрувия лежало представление о некотором универсальном и объективном значении числовых закономерностей и пропорциональных отношений в строении как человека, так и Вселенной, которыми следует руководствоваться при проектировании машин и зданий<sup>3</sup>.

Но для нас, нашего журнала особенно ценен его фундаментальный без всяких натяжек труд «*Об архитектуре*» (*De architectura*), известный также во множестве переводов и изданий как «*Десять книг об архитектуре*»<sup>4</sup>. Фактически это одна из первых монографий по *онтологии проектирования* среды обитания античного человека, трактат по онтологии проектирования городов и зданий, фолиант по онтологии проектирования машин. Это один из немногих сохранившихся научных трудов античности, который уже более двух тысячелетий является теоретическим и практическим базисом для проектировщиков и дизайнеров.

Витрувий (иногда ему приписывают ещё имя Марк) родился как свободный римский гражданин, получил архитектурное образование, принимал участие в разработке и постройке военных машин - баллист и других осадных орудий. Среди воплощённых проектов Витрувия наиболее значимыми являются: базилика в Фано (храм Фортуны), водопровод в Риме, мосты через Рейн в Галлии. Витрувий был не только инженером и зодчим, но и изобретателем и чертежником, автором технических иллюстраций<sup>5</sup>.



<sup>1</sup> Габричевский, А.Г. Морфология искусства. — М.: Аграф, 2002.

<sup>2</sup> На рисунках представлен витрувианский человек в работах Леонардо да Винчи (1490) и Ц. Цезариано (1521).

<sup>3</sup> Боголюбов, А.Н. Математики. Механики. Биографический справочник. - К.: Наукова думка, 1983.

<sup>4</sup> Витрувий. Десять книг об архитектуре. М., 1936; Михайлов, Б.П. Витрувий и Эллада. - М., 1967.

<sup>5</sup> Словарь античности: Пер. с нем. - М.: «Прогресс», 1989.



Но особенно Витрувий знаменит тем, что сформулировал *триаду*, три качества, которыми обязательно должна обладать архитектура: *utilitas* (польза), *firmitas* (прочность), *venustas* (красота). Эта триада - первая попытка указать, а в дальнейшем и сформировать критерии, по которым архитектор, конструктор, дизайнер, проектант должен оценивать свой проект. Это вычленение важнейших качеств создаваемых артефактов - первый шаг на пути к осмыслению механизма, природы, самой сути развития, преобразования, творения. Выделив эти качества, проектанты будущего научились их описывать и формализовывать, разрабатывая затем способы их свертки и методы принятия компромиссных решений.

Заслуга Витрувия как проектного онтолога в том, что он описал также и основополагающие принципы архитектуры, категорий, которые «вообще не могут иметь под собой оснований, а должны быть увидены как данность, без аргументации<sup>6</sup>». В эти базисные принципы вошли:

- *Ordinatio* (систематичность, порядок) - общие принципы архитектуры, основы формирования объёма (*quantitas*), основы пропорций, основы соотношений размеров (*modulus*).
- *Dispositio* (расположение, основа) - основы организации пространства, основы проекта и отображение их в трех основных чертежах: *ichnografia* (план этажа), *ortografia* (чертеж) и *skenografia* (перспективный вид).
- *Eurythmia* (равномерность ритма) - основы пропорций, композиции.
- *Symetria* (симметрия) - антропоморфизм, основанный на частях человеческого тела.
- *Decor* (декор, обстановка) - категория декораций и ордерной систематичности.
- *Distributio* (распределение, сбыт) - категория, описывающая способ использования объекта экономически.

Своей работой Витрувий демонстрирует глубокие познания в естественнонаучных дисциплинах, математике, музыке, а также в философии. При этом он формулирует требования к знаниям, которыми должен обладать архитектор. Он должен разбираться в географии, климате, людях, ему необходимы сведения из области медицины, оптики, перспективы, акустики, механики, геометрии и других разделов математики, знание гармонии и астрономии. Начавшаяся уже в тот период искусственная дифференциация науки и общего по своей природе знания, вновь интегрируется в руках уже нового по своей сути творца – коллективного создателя артефактов, архитектора.

Триада Витрувия (польза, прочность, красота) как основа классической архитектуры, наряду с триадой промышленного дизайна (функция, форма, качество) продолжает находиться в центре внимания современных ученых, архитекторов, проектантов. «Новое понимание содержания и исторического развития этих законов приводит к выводам об их конвергенции и преобразению в наше время в более сложную взаимозависимость. Особенность этого процесса, характерного для искусства XX–XXI веков, характеризуется ключевым словом «метафора»: перенесением свойств одного предмета на другой и слиянием их смыслов»<sup>7</sup>.

Ждём и от Вас, наш дорогой читатель, новых научных подвигов и значимых результатов в переосмыслении, конвергенции, интеграции и синергии на страницах нашего журнала!

<sup>6</sup> Савченко, М.Р. Основания архитектуры: введение в архитектурную онтологию, парадигмы и универсалии, категории, типология. – М.: КомКнига, 2006.

<sup>7</sup> Власов, В.Г. Историзм архитектуры и триада Витрувия как метафора дизайн-проектирования /Архитектон: Известия вузов. №46. 2014.

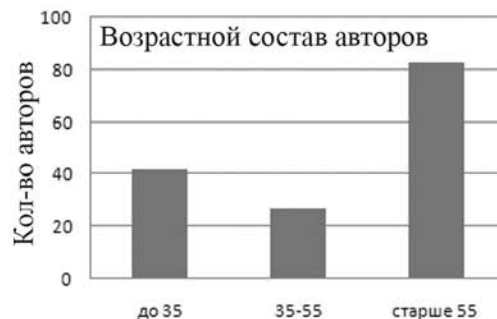
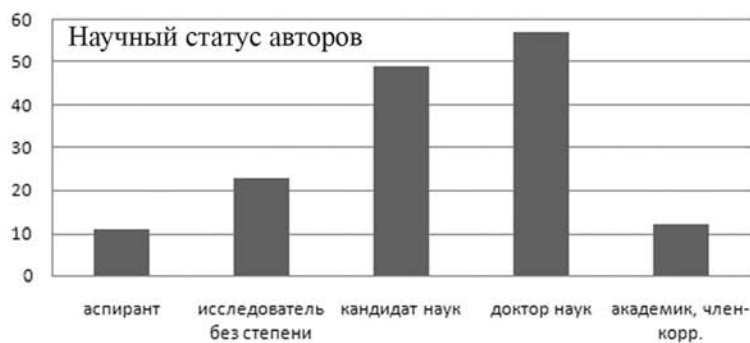
## АКТУАЛЬНАЯ СПРАВКА

Редакция журнала продолжает отслеживать внешние показатели журнала. В ноябре 2014 г. были рассчитаны и размещены на сайте научной электронной библиотеки (НЭБ) <http://elibrary.ru/> показатели журналов за 2013 г. Наукометрическая оценка нашего журнала по данным НЭБ – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)<sup>1</sup> – на ноябрь 2014 г. приведена в таблице показателей по годам. Отрадно отметить, что у нашего журнала относительно высокое в сравнении с другими журналами, специализирующимися в области компьютерных наук и инженерии (Computer Science and Engineering), значение интегрального показателя - импакт-фактора, который обычно применяется для оценки научной периодики.

Показатель	2011	2012	2013	Не менее любопытно распределение цитирован- ный по тематике цити- рующих публикаций. Оказалось, что лидером в тематической рубрике, принятой в НЭБ, явилась кибернетика (см. таблицу тематических рубрик), что в определённой мере было ожидаемым.
Число статей в РИНЦ	7	24	26	
Число выпусков журнала в РИНЦ	2	4	4	
Общее число цитирований журнала в текущем году	0	12	35	
Среднее число ссылок в списках цитируемой литературы	17	16	15	
Индекс Херфиндаля по организациям авторов	1667	1040	972	
Двухлетний импакт-фактор РИНЦ			<b>0,645</b>	
Двухлетний импакт-фактор РИНЦ без самоцитирования			<b>0,452</b>	

Тематическая рубрика	Цитиро- ваний
1. Кибернетика	21
2. Философия	15
3. Автоматика. Вычислительная техника	11
4. Общие и комплексные проблемы естественных и точных наук	7
5. Математика	6
6. Науковедение	3
7-15. Информатика, транспорт и др.	15

Что касается характеристик состава наших авторов, то в выпуске №2 (12) за 2014 год уже были приведены данные о показателях Хирша авторов статей, опубликованных в нашем журнале. Редакция сочла интересным оценить также возрастной состав авторов, пол и их научный статус. Оказалось, что молодёжь составляет почти 30% наших авторов, а 20% – это представительницы прекрасного пола. Подавляющее большинство наших авторов имеют учёные степени кандидатов и докторов наук, в их числе также академики и члены-корреспонденты РАН и других академий.



<sup>1</sup> [http://elibrary.ru/title\\_profile.asp?id=32804](http://elibrary.ru/title_profile.asp?id=32804)



УДК 65.01

## SELF-ORGANIZATION IN SOCIAL SYSTEMS

G. Rzevski

Professor Emeritus, Complexity Science and Design Group, The Open University, London, UK  
 www.rzevski.net, george@rzevski.net

### Abstract

Complexity of the Internet-based Global Market has increased recently to such a degree that a conventional command-and-control management of businesses has difficulties in coping with frequent disruptive events generated by the market dynamics. The alternative is to design adaptive business processes capable of self-organizing with a view to neutralising consequences of every disruptive event before the next one occurs. Such business processes are themselves complex, and therefore are characterised by features such as emergent intelligence, emergent creativity and emergent leadership. A practical approach to designing self-organizing business systems, based on author's substantial experience, is outlined.

**Key words:** business processes, complex social systems, self-organization, agent autonomy, emergent intelligence, emergent creativity, emergent leadership.

### Introduction

For the purposes of this paper, let us agree that any system in which dominant agents are people (a family, a club, an association, a country, a business) is a social system. Social systems also include socio-economic systems (a business, a market); socio-technical systems (transport, a supply chain); socio-political systems (a nation, a union of nations) and urban systems (a town, a metropolis) to mention just a few.

Complexity of social systems advances in steps as shown in Figure 1 below. The current transition from industrial to information society, which began after the end of the World War 2 with the invention of computers and accelerated in the 21<sup>st</sup> century, is particularly notorious by the very steep increase in complexity caused by the rapid spread of digital technology, which offers unparalleled social connectivity.

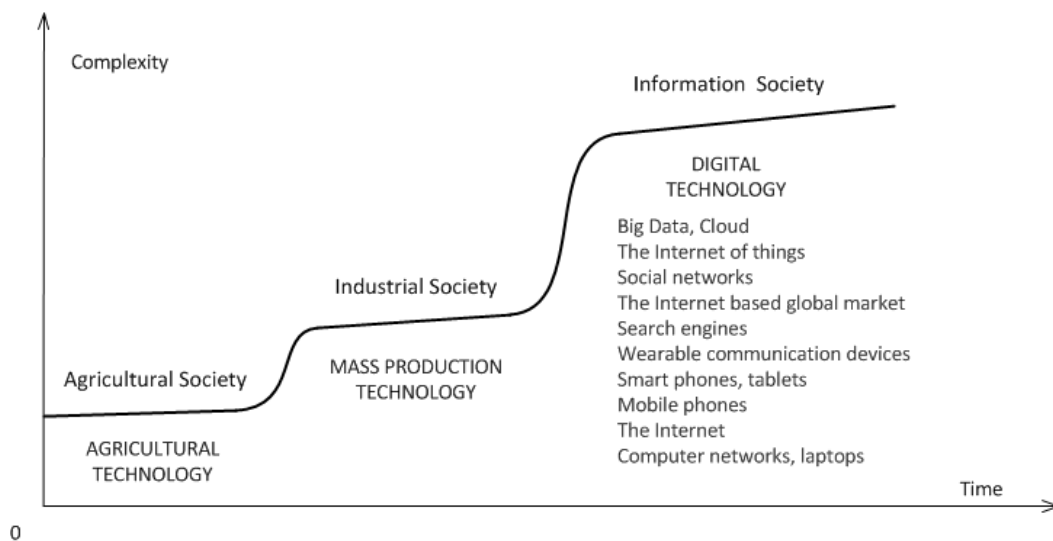


Figure 1 - Step-wise increase in complexity of society over time

During the transition between agricultural and industrial society the increase in complexity was much smaller and yet, in some respects, even more dramatic. The rash migration of population from countryside to cities to take advantage of new employment opportunities caused well-documented disturbances and, at the same time, increased social connectivity (due to increased population density in cities) and thus complexity. A rigid traditional social order based on land ownership was replaced by a chaotic transition, which then settled into a new social order based on ownership of capital, only to be shaken by the new transition to information society.

During the current transition digital technology enabled a dramatic increase in social connectivity (social density) without any need for the population to move. Now we can form communities of interests across the globe. As far as complexity is concerned, distances do not matter anymore.

Thanks to digital technology, participants in information society interact faster, more frequently and with greater number of correspondents than ever before. High connectivity, of course, implies high level of complexity.

## 1 Digital Technology as a Driver of Complexity

The connectivity of the globe is increasing relentlessly. We can talk and text using smart phones, socialise via Facebook, get in touch with Google, video-conference using Skype, or trade over the Internet with more than a half of the total number of people who inhabit the world. The global network, as shown in Figure 2, is exceedingly large and growing.

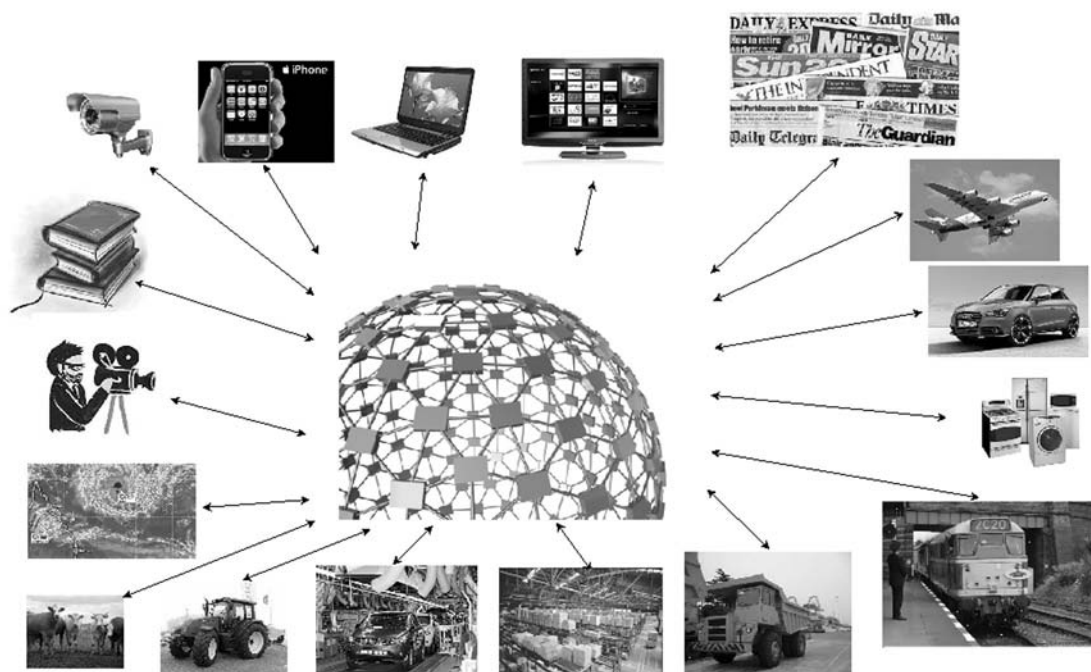


Figure 2 - Global network

Global network is growing in stages: first we have had the Internet of documents (World Wide Web), then the Internet of People and now the Internet of Things. The latest trend of attaching electronic tags to every object, and even animal, that is useful to us, and connecting them to the Internet so that they are enabled to communicate with each other bypassing their users, is unstoppable. We already have cars who can request over the Internet from computers in servicing workshops to di-

agnose engine faults based on the unusual noise detected by sensors and supermarket shelves ordering replenishment of goods stored on them from computers of their suppliers.

## 2 Defining Complexity

*Complexity is a property of an open system that consists of a large number of diverse, partially autonomous, richly interconnected components, often called Agents, has no centralised control, and whose behaviour emerges from the intricate interaction of agents and is therefore uncertain without being random.*

Key notions here are openness (rich interaction with the environment); diversity, partial autonomy and interconnectedness of agents; lack of centralised control; and emergence.

## 3 Complexity and Uncertainty

Let us use Uncertainty as the demarcation parameter to distinguish Complex Systems from Deterministic or Random, as shown in Table 1.

The term Deterministic implies that Uncertainty is equal to zero, whilst the term Random means that Uncertainty is one. Complex Systems have Uncertainty value between zero and one.

Table 1 - Complex versus Deterministic and Random

RANDOM	COMPLEX	DETERMINISTIC
Uncertainty = 1	$1 > \text{Uncertainty} > 0$	Uncertainty = 0
Components have full autonomy	Components (called agents) have partial autonomy	Components have no autonomy
Disorganised	Self-organising Evolving	Organised
Unpredictable behaviour	Emergent behaviour	Predictable behaviour

Table 1 highlights the link between Complexity and Uncertainty: Uncertainty is a consequence of Complexity and it increases with Complexity. Low complexity systems have uncertainty close to 0 and their behaviour differs little from the behaviour of deterministic systems. Highly complex systems with uncertainty close to 1 are “at the edge of chaos” and their behaviour is characterised by very unusual features such as self-organisation, generation of unpredictable extreme events and co-evolution.

## 4 Complexity Science

The new Science of Complexity is emerging, primarily from the original work of Prigogine [1, 2], with the aim of explaining how complex systems work. One of the author’s contributions to this endeavour [3] is the set of seven criteria that are sufficient and necessary for a system to be considered complex.

*Connectivity.* A complex system consists of a large number of diverse components, known as Agents, which are richly *interconnected*. Connections may vary in strength. Higher connectivity and weaker connections, which can be easily broken and new formed, imply higher complexity. A complex situation is more like a cloud than a structure – there is no clear configuration and there is no clear boundary between the system and its environment.

*Autonomy.* Agents are not centrally controlled; they have a degree of *autonomy* but their behaviour is always subject to certain laws, rules or norms. Increased autonomy of agents implies higher complexity.

*Emergence.* Global behaviour of a complex system *emerges* from the interaction of agents and, in turn, constrains agent behaviour. Emergent behaviour is unpredictable but not random; it generally follows discernible patterns (a new order). The emergent properties of a complex system are not present in the constituent agents.

*Nonequilibrium.* Complex systems generate unpredictable disruptive events. As a rule, systems have no time to return to the equilibrium between two disruptive events and therefore their global behaviour is usually *far from equilibrium*. In cases where a system does manage to return to equilibrium, this will be an *unstable* equilibrium.

*Nonlinearity.* Relations between agents are *nonlinear* (they exhibit properties such as: self-acceleration, self-amplification and even autocatalytic properties). Nonlinearity occasionally causes an insignificant input to be amplified into an extreme event (butterfly effect). More often, the accumulation of many insignificant inputs over time creates extreme disruptions (drift into failure). The point at which the accumulation of small disturbances is transformed into an extreme event is called the tipping point.

*Self-Organisation.* Complex systems *self-organise*, i.e., autonomously change their behaviour or modify their structure, to eliminate or reduce the impact of disruptive events (adaptability) or to repel attacks (resilience). However, after a disruption, a system may not fully recover, and in time its performance may deteriorate (systems tend to “drift into failure”) due to the accumulation of small incremental changes. The drift into failure may be stopped and reversed if constituent agents have propensity to spontaneously initiate self-organising activities aimed at improving performance whenever an opportunity presents itself (emergent intelligence, creativity). Some complex systems are capable of improving their performance by learning from experience.

*Co-Evolution.* If we define the system environment as the set of all systems with which the system interacts, then we can postulate that complex systems are open, they adapt to their environments, and in turn, change their environments. The process is irreversible. In other words, systems and their environments co-evolve.

## 5 Co-Evolution of Technology, Economy and Society

Society co-evolves with technology for wealth creation.

The Industrial Society, where the key resource was Capital and the majority of people were employed in the industrial production of goods, superseded the Agricultural Society, in which the key resource was Land and the majority of people were employed in agriculture.

We have now entered a new transition from the industrial to the *Information Society*, the society in which the key resource is *Knowledge* and where the majority of people are employed in knowledge-based services (information processing) rather than in the production of goods.

Coevolution of society, economy and technology is illustrated in Table 2 below. Tools aimed at improving the quality of life change economic activities, which in turn change society. Invented tools become available only if the society decides to invest in them and use them.

It is important to note that as the economic system evolves so do the key economic success factors. Economy of scale, the undisputable key success factor during the Industrial Economy, is less and less important as the complexity of the Knowledge Economy increases. The new key success factor is *adaptability*, the ability to rapidly produce a constructive response to unpredictable changes in the market.

Table 2 - Co-evolution of society, economy and technology

STAGES In Social Evolution	KEY RESOURCES	DISTRIBUTION	SCOPE	SUCCESS FACTORS
<i>Agricultural society</i> <i>Agricultural economy</i> Earth cultivation tools	Land	Village roads	Local	Efficiency
<i>Industrial society</i> <i>Industrial economy</i> Mass production technology	Capital	Motorways & Railways	Regional & National	Economy of scale
<i>Information society</i> <i>Knowledge economy</i> Digital technology	Knowledge	Digital networks	Global	Adaptability

## 6 Important Features of Complex Social Systems

*Connectivity.* Complexity of social systems depends on the connectivity of agents. Complexity increases with connectivity – the more connections agents have the greater is the complexity of the system. However, complexity is inversely proportional to the strength of connections – complexity increases with the capability of agents to break existing and establish new connections. Permanent connections decrease complexity and increase stability of social systems.

*Autonomy.* If agents are always instructed what to do we have a rigidly structured rather than complex social system (a command-and-control hierarchy, a dictatorship); if agents have a complete freedom how to behave we have social chaos (a spontaneous riot, anarchy); if agent autonomy is substantial but not total, the social system is complex. In reality the autonomy of agents in social systems is never complete; it is always limited by law, social norms and conventions and by a bewildering amount of rules, regulations and polices. It follows that social systems, excluding few exceptions, are complex.

*Emergence.* In general, the global behaviour of social systems emerges from the interactions of agents and is therefore unpredictable though not random.

*Nonequilibrium.* In complex social systems disruptive events are always present and their frequency depends on the complexity of the environment in which they are embedded. As we entered the highly interconnected and interdependent (and therefore complex) Internet-based global society, the so-called Global Village, the frequency of disruptive events (unpredictable changes in family membership, association, schooling, employment, earnings, leisure pursuits, housing costs, etc.) increased to such a level that many social systems operate far from equilibrium. This is certainly true for the Internet-based global market.

*Nonlinearity.* Nonlinearity of human relations is notorious, as illustrated by numerous examples: minor disagreements escalating into major disruptions in relationships; insignificant restrictions causing tantrums; assassination of Duke Ferdinand in Sarajevo used as a pretext to start the First World War.

*Self-Organisation.* In rigidly structured social systems where agents are centrally controlled self-organization is very weak and may not even exist. In contrast, whenever constituent agents are given certain freedom to make autonomous decisions, they will make use of this freedom to attempt to achieve their goals in the presence of disruptive events, which amounts to self-organization. Social agents differ widely in their abilities to make decisions under conditions of uncertainty, which affects the self-organizing capabilities of social systems.

The key difference between social complex systems and biological, physical or chemical ones is in the degree of *intelligence* of constituent agents. For the purposes of this paper let us define intelligence as “the capability to formulate and achieve goals under conditions of uncertainty”. Intel-

ligence subsumes motivation and the ability to learn, investigate, communicate and create. This feature of social systems is very important because intelligence provides agents with the ability to exercise choices.

A social system comprising intelligent agents that are given the appropriate autonomy to negotiate with each other the most worthy common goals and the best ways of achieving them at every given moment of time, exhibits *emergent intelligence*, which is far greater than the sum total of constituent agent intelligence [4].

The appropriate agent autonomy depends on intelligence of agents and on complexity of the environment in which the social system is embedded. In that respect each system, at any given point in time, is different. We can ascertain only that the appropriate autonomy is always greater than none and smaller than total.

To survive and prosper in the complex world there is a need to perpetually review goals and invent new ways of achieving agreed aims and objectives. To satisfy this need agents should not just react to disruptive events, they should be *creative* - able to anticipate trends and generate new opportunities. Creative agents can be appointed (research & development staff) or allowed to emerge when creativity is required (emergent creativity). My research indicates that the latter approach is more promising. Any social agent appears to be able to exhibit certain degree of creativity when circumstances demand.

To achieve difficult goals intelligence and skills are not sufficient, there is a need for *motivation*. A *leader* is an agent that is capable of motivating and mobilising other agents to undertake a difficult task and in particular tasks that are critical for the achievement of system goals. Leaders can be appointed or they can be allowed to emerge at the time when leadership is required (emergent leadership). The idea of emergent leadership is rather new and untested but much more aligned to the complex thinking than the current practice of appointing leaders.

*Co-Evolution*. All social systems change in time. Changes are influenced by the interaction of their agents with agents of other systems. If we define the Environment of a system to be the set of all systems with which the system under observation interacts, it follows that the system evolves (changes) due to interactions with its environment. Since system environment also changes, it is correct to use the term co-evolution (of the system and its environment) rather the term evolution.

## 7 Control versus Self-Organization

The freedom of exercising choices in social systems is never complete. Autonomy of social agents, and thus their freedom of choice, is limited by social conventions and norms, by ethical standards, by rules and regulations imposed by social system statutes and by national and international laws enforceable by punishment, which can be severe (expulsion from a school, club, business; deportation from a country), or very severe (imprisonment, capital punishment). The purpose of limiting agent autonomy has always been to eliminate or restrict the unpredictability of the emergent behaviour of social systems, in other words, to ensure that the systems behave as nearly as possible as intended by system creators. However the effort to control the system by controlling constituent agents is often self-defeating.

The whole idea that it is possible to control a social system by excessively restricting autonomy of constituent agents should be carefully re-examined. The notion is fully valid only if the system is closed or if its environment is stable and without disruptive events. Such situations do not exist naturally in the real world but are occasionally artificially imposed (Berlin Wall). When these conditions are not satisfied, i.e. when the system is open and its environment is complex (ever changing in unpredictable manner) attempts to control a social system by imposing excessive restrictions on agent autonomy are counterproductive. They prevent agents to react positively to disruptive events

and thus stifle self-organization, which in time leads to system disintegration (centrally planned economies).

Even more importantly, when perception of the desirable autonomy of agents by those attempting to control a social system and by constituent agents themselves, differ significantly, each agent tends to formulate a private (non-declared) set of goals, which may not be compatible with the publicly declared social goals. Activities aimed at achieving non-declared goals are often conducted in a covertly manner resulting in “deviant” behaviour (infidelity, lying, theft, murder) and/or in organizing resistance aimed at changing official goals (rebellions, revolutions).

In social systems with strict centralized control the unofficial (underground, dissident) behaviour exhibits all features of complexity, including emergence and self-organization, which ensures its long-term success, as experienced by disciplinarian businesses and totalitarian political regimes.

We have to come to term with the notion that complex social systems cannot be controlled and learn how to design them to be self-organizing.

## 8 Designing Self-Organizing Social Systems

*General Considerations.* The reason for designing self-organization is to provide social systems with a capacity for achieving desired goals under conditions of frequently occurring disruptive events. Self-organization replaces control.

The Author’s practical experience in designing self-organizing socio-economic and socio-technical systems [5-11] supports the four-point approach:

- 1) Develop a self-organization strategy;
- 2) Plan strategic redundancy of resources;
- 3) Specify a self-organization mechanism;
- 4) Develop a self-organization support system.

Building the capacity for self-organization into systems in which we live and work amounts to designing complexity into our life, which is counterintuitive. Common sense suggests we should attempt to simplify the complexity of the environment, which is of course not possible because by definition our environment is not under our control.

*Self-Organisation Strategy.* Open systems operating in complex environments do not have the optimal performance because operating conditions frequently change. Therefore, the main part of a self-organization strategy is a collection of scenarios showing the best possible (rather than optimal) ways of fully or partially achieving system goals under conditions of the occurrence of unpredictable disruptive events. A mechanism must be in place for the strategy to continuously co-evolve with the system environment.

*Strategic Redundancy of Resources.* It is intuitively clear that under conditions of uncertainty it is not possible to run “lean” operation and that there is a need to have in place redundant resources some of which will be required only in rare cases of disruption.

*Self-Organization Mechanism.* Whilst we cannot do much about complex physical and chemical systems, which are guided by natural laws, we can certainly affect the behaviour of social, socio-technical and socio-economic systems that are guided by law, social norms, ethics, constitutions, statutes, policies, rules and regulations, which are in principle under our control.

Emergent behaviour of such systems can be kept within certain region by ensuring that regulations are sufficiently unambiguous to prevent random behaviour and yet sufficiently flexible to allow system certain freedom to self-organize when facing new challenges [4]. There exist evidence that the best strategy is to introduce variable regulations – tighter when the system operates in a normal mode and much looser when the system is recovering from effects of an extreme event [12].

It is important to note that regulations cannot prevent system nonlinearities to create occasional extreme events. To reduce severity and frequency of extreme events we must use additional heuristics. There is evidence that it is possible to reduce the frequency of occurrence and intensity of extreme events by reducing propagation of signals through system connections, which can be achieved by increasing the “resistance” to propagations in system links and by partitioning the system into regions that are weakly interconnected with each other, as shown in Figure 3, in order to prevent extreme events created within a region to spread to other regions.

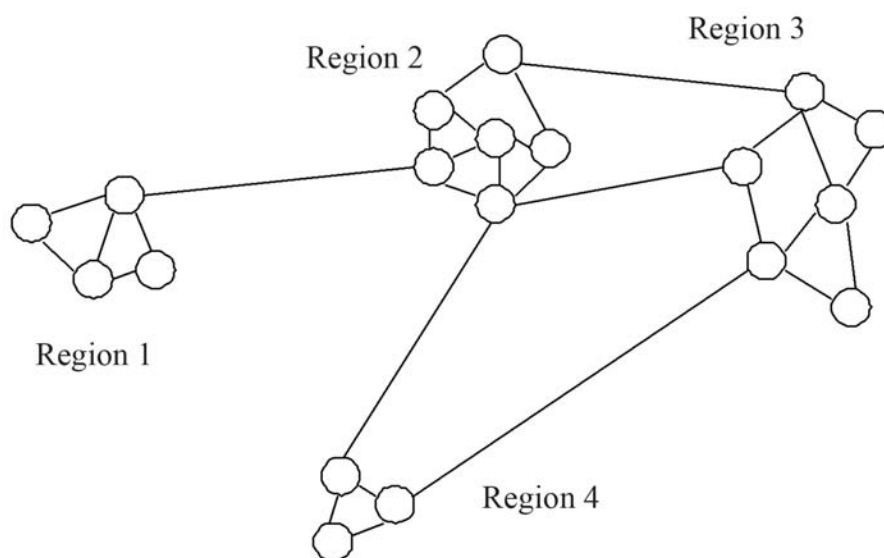


Figure 3 - Partitioning a Complex System to contain the occurrence of extreme events

*Self-Organization Support Systems.* Self-organization in social systems is feasible only if decisions how to respond to disruptive events are made and implemented rapidly – the decision what to do must be completed in between two consecutive disruptive events.

It is obvious that for decisions to be done with such a speed we cannot rely on humans. We need *complex adaptive software* implemented using ontology-based multi-agent technology [13]. Conventional software is not of much help because it requires a re-start from scratch whenever a disruptive event occurs.

To exhibit adaptability software must have an extensive Knowledge Base and built-in artificial intelligence. A practical methodology for developing adaptive software is described in numerous publications by the author and his team, see above.

## Conclusions

We live and work in a complex world and complexity of our environment is perpetually increasing. Current mathematical methods and conventional software, based on Newtonian Science are inadequate for modeling complex social systems that are characterized by a high diversity of constituent components, very high frequency of unpredictable, disruptive events and occasional occurrence of unpredictable extreme events. There is an urgent need to use concepts and principles of the newly developed Complexity Science to analyse the behaviour of systems in which key agents are humans.

During the last fifteen years the author with his co-workers has developed a simple and practical methodology for designing self-organizing social, socio-technical and socio-economic systems.



The methodology is supported by powerful tools consisting of advanced multi-agent technology that exhibit emergent intelligence and creativity, and is capable of making rapid autonomous decisions in real time. A large number of commercial and engineering applications, as well as studies of exceedingly complex social issues, show the power of the methodology. Results of this work was recently summarised in a book [14].

## Acknowledgement

In 1990, when I was full-time Professor, Design and Innovation Department, the Open University, UK, and Director of the Centre for the Design of Intelligent Systems, I was invited by Professor Vladimir Vittikh of the Soviet Academy of Sciences to give a series of lectures on multi-agent technology in Samara, Russia. This visit marked the beginning of a long-term collaboration with Vladimir Vittikh and Petr Skobelev, at that time a young, talented researcher and software developer who attended my lectures. With Petr Skobelev we have developed a remarkable partnership exhibiting emergent creativity and jointly founded and provided technological leadership for several commercial organizations in London, UK; Jacksonville, USA; Cologne, Germany and Samara, Russia. My special thanks go to Vladimir Vittikh for numerous research ideas that he shared with me during our long and fruitful collaboration and lasting friendship.

## References

- [1] *Prigogine, I.* Is Future Given? / I. Prigogine. - World Scientific Publishing Co., 2003. ISBN 981-238-508-8.
- [2] *Prigogine, I.* The End of Certainty: Time, Chaos and the new Laws of Nature. / I. Prigogine. - Free Press, 1997. ISBN 0-684-83705-6.
- [3] *Rzevski, G.* A practical Methodology for Managing Complexity / G. Rzevski // Accepted for publication in Emergence: Complexity & Organization. 2011.
- [4] *Rzevski, G.* Emergent Intelligence in Large Scale Multi-Agent Systems / G. Rzevski, P. Skobelev // International Journal of Education and Information Technology. - 2007. - Issue 2. – Vol. 1. – P. 64-71.
- [5] *Glaschenko, A.* Multi-Agent Real-Time Scheduling System for Taxi Companies / A. Glaschenko, A. Ivashenko, G. Rzevski, P. Skobelev // In Decker, Sichman, Sierra, and Castelfranchi (eds.), Proc. of 8th Int. Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems AAMAS-2009, May, 10–15, Budapest, Hungary, 2009. – P. 29-35. ISBN 978-0-9817381-6-1.
- [6] *Andreev, V.* Multi-Agent Scheduler for Rent-a-Car Companies / V. Andreev, G. Rzevski, P. Shveykin, P. Skobelev, I. Yankov // Lecture Notes in Computer Science, Volume 5696. Holonic and Multi-Agent Systems for Manufacturing: Forth International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems, HoloMAS 2009, Linz, Austria. - Springer, 2009. - P. 305-314. ISBN 978-3-540-74478-8.
- [7] *Andreev, M.* Adaptive Planning for Supply Chain Networks / M. Andreev, G. Rzevski, P. Skobelev, H. Shveykin, A. Tsarev, A. Tugashev // Lecture Notes in Computer Science, Volume 4659. Holonic and Multi-Agent Systems for Manufacturing. Third International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems, HoloMAS-2007, Regensburg, Germany. - Springer, 2007. – P. 215-225. ISBN 978-3-540-74478-8.
- [8] *Minakov, I.* Creating Contract Templates for Car Insurance Using Multi-agent Based Text Understanding and Clustering / I. Minakov, G. Rzevski, P. Skobelev, S. Volman // Lecture Notes in Computer Science, Volume 5696. Holonic and Multi-Agent Systems for Manufacturing, Forth International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems, HoloMAS-2009, Linz, Austria. - Springer, 2009. – P. 361-370. ISBN 978-3-540-74478-8.
- [9] *Rzevski, G.* A Framework for Multi-Agent Modelling of Virtual Organizations / G. Rzevski, P. Skobelev, S. Batishchev, A. Orlov // In Camarinha-Matos, L M and Afsarmanesh, H (eds), Processes and foundations for Virtual Organizations. - Kluwer Academic Publishers, 2003. - P. 253-260. ISBN 978-1-4020-7638-1.
- [10] *Rzevski, G.* Dynamic Pattern Discovery using Multi-Agent Technology / G. Rzevski, P. Skobelev, I. Minakov, S. Volman // Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Telecommunications and Informatics (TELE\_INFO '07), Dallas, Texas, USA, March 22-24, 2007/ - P. 75-81. ISBN 978-960-8457-60-7.
- [11] *Rzevski, G.* Using Complexity Science Framework and Multi-Agent Technology in Design / G. Rzevski // In Alexiou, K., Johnson, J., Zamenopoulos, T. (eds.), Embracing Complexity in Design, Routledge, 2010. – P. 61-72. ISBN 978-0-415-49700-8.

- [12] *Rzevski, G.* Using Tools of Complexity Science to Diagnose the Current Financial Crisis / G. Rzevski // Optoelectronics, Instrumentation and Data processing. – 2010. - Vol. 46. - No. 2. ISSN 8756-6990.
- [13] *Rzevski, G.* MagentaToolkit: A Set of Multi-Agent Tools for Developing Adaptive Real-Time Applications / G. Rzevski, P. Skobelev, V. Andreev // Lecture Notes in Computer Science, Volume 4659. Holonic and Multi-Agent Systems for Manufacturing, Third International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems, HoloMAS-2007, Regensburg, Germany.- Springer, 2007. – P. 303-314. ISBN 978-3-540-74478-8.
- [14] *Rzevski, G.* Managing Complexity / G. Rzevski, P. Skobelev. - WIT Press, 2014.

## САМООРГАНИЗАЦИЯ В СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

**Г.А. Ржевский**

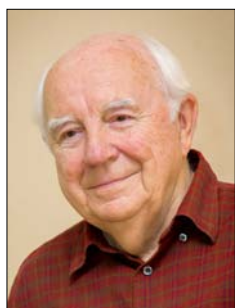
*Проектная группа сложных систем, Открытый университет, Лондон, Великобритания*  
*www.rzevski.net, george@rzevski.net*

### Аннотация

Сложность современного основанного на Интернете глобального рынка в последнее время достигла такого уровня, что традиционные командные методы управления бизнесом начинают испытывать трудности при столкновении с часто возникающими проблемами, вызванными динамикой рынка. Альтернативой традиционным методам управления является создание адаптивных бизнес-процессов, способных к самоорганизации, что позволило бы оперативно реагировать на возникающие проблемы и решать их последствия до появления следующих проблем. Такие бизнес процессы являются сложными и, следовательно, характеризуются такими качествами как «вспыхивающий» интеллект, спонтанное творчество и стихийное лидерство. Представлен практический подход к проектированию самоорганизующихся бизнес-систем, основанный на опыте автора.

**Ключевые слова:** *бизнес-процессы, сложные социальные системы, самоорганизация, автономия агента, «вспыхивающий» интеллект, спонтанное творчество, стихийное лидерство.*

### Сведения об авторе



*Professor George Rzevski* (b. 1932) is an academic, entrepreneur and consultant. He is Professor Emeritus, Complexity Science and Design Group, the Open University, Milton Keynes, UK and Executive Chairman, Multi-Agent Technology Ltd, London. George has international experience in education and business. He has served as a Visiting Professor in Russia, China, Sri Lanka and Germany and founded advanced software technology and consulting companies in UK, USA, Germany and Russia. Professor Rzevski has published widely and delivered keynote papers at numerous international conferences. He supervised PhD projects and acted as external examiner for undergraduate and postgraduate courses in many UK university departments. Until recently Rzevski has been editor-in-chief of the Journal of Artificial Intelligence in Engineering, published by Elsevier.

*Ржевский Георгий Александрович*, (1932 г.р.) ученый, предприниматель, консультант, почетный профессор Открытого университета Милтон Кейнс в Великобритании и исполнительный председатель компании Мультиагентные технологии в Лондоне. Ржевский Г.А. имеет международный опыт в образовании и бизнесе, работает в качестве приглашенного профессора в России, Китае, Шри-Ланке, Германии, основал компании по разработки программного обеспечения на основе передовых технологий, а также консалтинговые компании в Великобритании, США, Германии и России. Профессор Ржевский широко публикуется и выступает с пленарными докладами на многих международных конференциях. Он выступал научным руководителем PhD диссертаций и был внешним экзаменатором по ряду студенческих и аспирантских курсов на многих кафедрах британских университетов. До недавнего времени Ржевский Г.А. был главным редактором журнала «Искусственный интеллект в технике» издательства Elsevier.

УДК 004.421.2

## ОНТОЛОГИЯ НАУЧНОГО ПРОСТРАНСТВА ИЛИ КАК НАЙТИ ГЕНИЯ

Е.И. Моисеев<sup>1,2</sup>, А.А. Муромский<sup>2</sup>, Н.П. Тучкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия  
etc@cs.msu.su

<sup>2</sup> Вычислительный центр им. А. А. Дородницына РАН, Москва, Россия  
tuchkova@ccas.ru

### Аннотация

В работе предлагается подход к организации информационного пространства автора, используя тезаурус адресата. Современная задача представляется в том, чтобы грамотно использовать накопленную информацию о публикациях и предоставить специальный сервис для научных работников, который мог бы быть востребован на фоне информационного натиска различных средств коммуникации. В рамках настоящей работы предлагается использовать тезаурус адресата как основу онтологии информационного пространства автора (научного работника), а функциональные средства представить в виде набора сервисов для автора (поиск публикаций, подписка, обмен вторичной информацией, рецензирование, цитирование, оформление в печать, в отчет и др.). На основе описаний предметных областей индивидуумов предполагается построение онтологии научного междисциплинарного сообщества, что, по мнению авторов, позволит не потерять новый результат или открытие в науке, соблюсти приоритеты авторов, встроить новое знание в устоявшуюся систему классических предметных областей.

**Ключевые слова:** информатизация, онтология, тезаурус адресата, предметная область.

### Введение

Научная среда не случайно называется «средой» - местом обитания учёных, педагогов и учеников. Именно в специальных условиях, в окружении коллег развивается учёный какой-нибудь дисциплины, а также сама среда получает развитие и формируется новое знание. Более того, сам факт того, что новое знание появилось, может подтвердиться только в научной среде. Пора учёных одиночек отошла в прошлое, знания интегрированы, объединены многократно в междисциплинарных исследованиях, переплетены интернет-ссылками. Установить первенство в условиях жесткой конкуренции в науке становится сложнее, сеть обеспечивает мгновенное распространение идеи, массив публикаций растет экспоненциально, поисковые системы не всегда имеют доступ к библиотечным системам и базам данных научных журналов. Без онтологии научного пространства трудно определить место научного результата или новой предметной области. Так зачем это множество всего: публикаций, научных исследований и исследователей, когда в громадном информационном пространстве так трудно найти и оценить новое, а прорывные результаты все равно принадлежат единицам, гениям от науки? Тем не менее, все перечисленное создает научную среду, на этом базируется мировое развитие науки и технологии, и именно коллективный труд позволяет проявиться отдельным талантливым учёным.

### 1 Адресат в научно-информационной среде

Развитие информационных технологий в XXI веке сопровождается увеличением мощностей суперкомпьютеров и гигантским ростом цифрового информационного потока, в кото-

ром специалисты должны усвоить или хотя бы заметить новые факты, утверждения, открытия. Продолжается информатизация образованных слоев общества, и основную роль в этом процессе берет на себя Интернет. Если 5-10 лет назад говорили о Вавилонской башне публикаций, то теперь приходится признать, что Интернету грозит информационное цунами. Этого мнения придерживаются специалисты по проектированию онтологий [1]. Данные исследований показывают, что до 25% бюджета компаний тратятся на проекты интеграции данных и предоставления их пользователям в необходимом и удобном для восприятия виде, а требования к аналитикам данных возросли на 92%.

Отметим (в связи с описанным явлением информатизации общества), что результативность научной работы возможна только при соответствующих условиях. Условия могут быть весьма разнообразны, определяться объективными и субъективными причинами, имея в виду индивидуальность творцов нового знания. В этом плане в истории имеется значительное число примеров, например, легенда об открытии закона всемирного тяготения, открытие гелия, сожжение работы Гельвеция «Об уме» по приговору суда и др. Тем не менее, есть условия общего характера, без которых сегодня каждый активно работающий научный работник вряд ли может обойтись. В данном случае имеется в виду следующее:

- *доступ к научной информации по тематике учёного* (в дальнейшем будем его именовать адресатом) и
- *признание результата научной работы адресата-учёного* как нового знания в масштабах тематики адресата (а именно новизна нового знания адресата в масштабе данной тематики научной среды).

Эти два положения применимы к любому учёному, группе учёных в случае совместной работы, и имеют также свою историю.

Первое положение с незапамятных времен реализовывалось на основе переписки между учёными, например, письма Бернулли, Эйлера, Ферма, Виеты, Паскаля, встречающиеся в некоторых периодических изданиях с небольшими тиражами. В качестве примера сошлемся на издание «Комментарии Петербургской академии наук». За период 1728-1802 гг. вышло в свет 15 томов этого издания. Важность этого издания отмечал Леонард Эйлер в 1743 г. в письме Д. Бернулли [2].

Второе положение имеет весьма большое значение в индивидуальном и в государственном смысле. Последнее отмечалось и отмечается премиями, званиями: например, Д. Гильберт был отмечен как тайный советник [3].

Признание авторства не так уж редко сопровождается явлениями, не имеющими никакого отношения к науке. В качестве примера можно указать на историю метода Лобачевского, что отражает конкуренцию в науке, какова была, есть и усиливается на всех уровнях.

В отсутствие надлежащего финансирования рядовой адресат может не иметь доступа к известным иностранным журналам. Тем не менее, у деятельного адресата в науке есть некоторые возможности, основанные на личной инициативе, целеустремленности и настойчивости, чтобы получить оценку результата своей научной работы. Одна из основных возможностей – работа в Интернет-среде и чаще всего со вторичной информацией [4], в которой можно обнаружить нечто подобное результату адресата, если надлежащей новизны нет.

В данной работе будем опираться на идею создания тезауруса адресата (ТА), (термин «тезаурус адресата (индивидуума)», введен в информатику Ю.А. Шрейдером [5]), как основы для представления предметной области (ПрО) автора в виде онтологии (онтологии адресата).

Совокупность накопленной информации в виде публикаций, отчетов, патентов и других видов научных результатов составляет множество, с помощью которого можно создать описание ПрО исследований автора или авторского коллектива. Авторы и научные коллективы,

обращаясь к источникам информации, участвуют в процессе информатизации, накопления знаний [6], изменении ТА [7].

В процессе информатизации могут быть случаи:

- в результате изучения адресатом входной общественной информации *ТА изменился*, пополнился новым *знанием*. В этом случае можно полагать, что входная общественная информация является «*информацией для адресата*» (по мнению адресата);
- если же в результате изучения адресатом входной общественной информации *ТА не изменился*, то можно считать, что входная общественная информация является «*неинформацией для адресата*» (по мнению адресата).

Представим технологию работы с информацией в виде блок-схемы «Адресат в научно-информационной среде».

### 1.1 Адресат в научно-информационной среде (блок-схема)

На рисунках 1-3 представлена блок-схема типичных событий работы адресата в научно-информационной среде. Описание блок-схемы, связей и переходов, занумерованных от 1 до 42, дано в разделе 1.2.

### 1.2 Описание блок-схемы «Адресат в научно-информационной среде»

Связи 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 (1-8).

*Адресат* как пользователь системы Интернет, используя словарь терминов, *формирует запросы*, в которых термины объединяются логическими операторами. На основании составленных запросов адресат образует поисковые образы запросов, учитывая специфику доступа к научной информации. Отметим, что адресат учитывает при составлении запросов тезаурусные отношения между понятиями, обозначаемыми использованной терминологией.

Связи 9, 10, 11, 11а, 11б, 12 (9-12).

Адресат в результате информационного поиска (по тематике адресата и смежным вопросам, см. 6-7) получает информационный массив (документов) (см. 9-10). После этого происходит процесс познания – *анализ полученного информационного массива с точки зрения релевантности* (11, 12) и нерелевантности (11а, 11б).

Напомним, что «*релевантная информация*» – информация, соответствующая тематике запроса; релевантность (relevance) – характеристика степени соответствия. Здесь нет абсолютного критерия (но есть соответствие тому, что смогли найти, нашли то, что есть в сети, а оно может и не соответствовать информационной потребности).

Связи 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 (13-22).

Адресат работает с релевантной информацией, которая с его точки зрения может быть: неполной информацией (13), избыточной информацией (14, 17), полной информацией (15, 19).

В случае *неполной информации* поиск повторяется (поиск соответствующей работы над запросом или поисковым образом, 16-16а, 2-8).

В случае *избыточной информации* осуществляется отбор документов до получения массива полной информации (14-17, 17-18).

*Полная информация* (15-19) достаточно соответствует тематике запроса (по мнению адресата). Напомним: «*полная информация* – информация, позволяющая с исчерпывающей полнотой ответить на поставленный вопрос». Заметим, что «*полнота информации*» с индивидуальной точки зрения определяется в зависимости от кругозора и знания адресата.

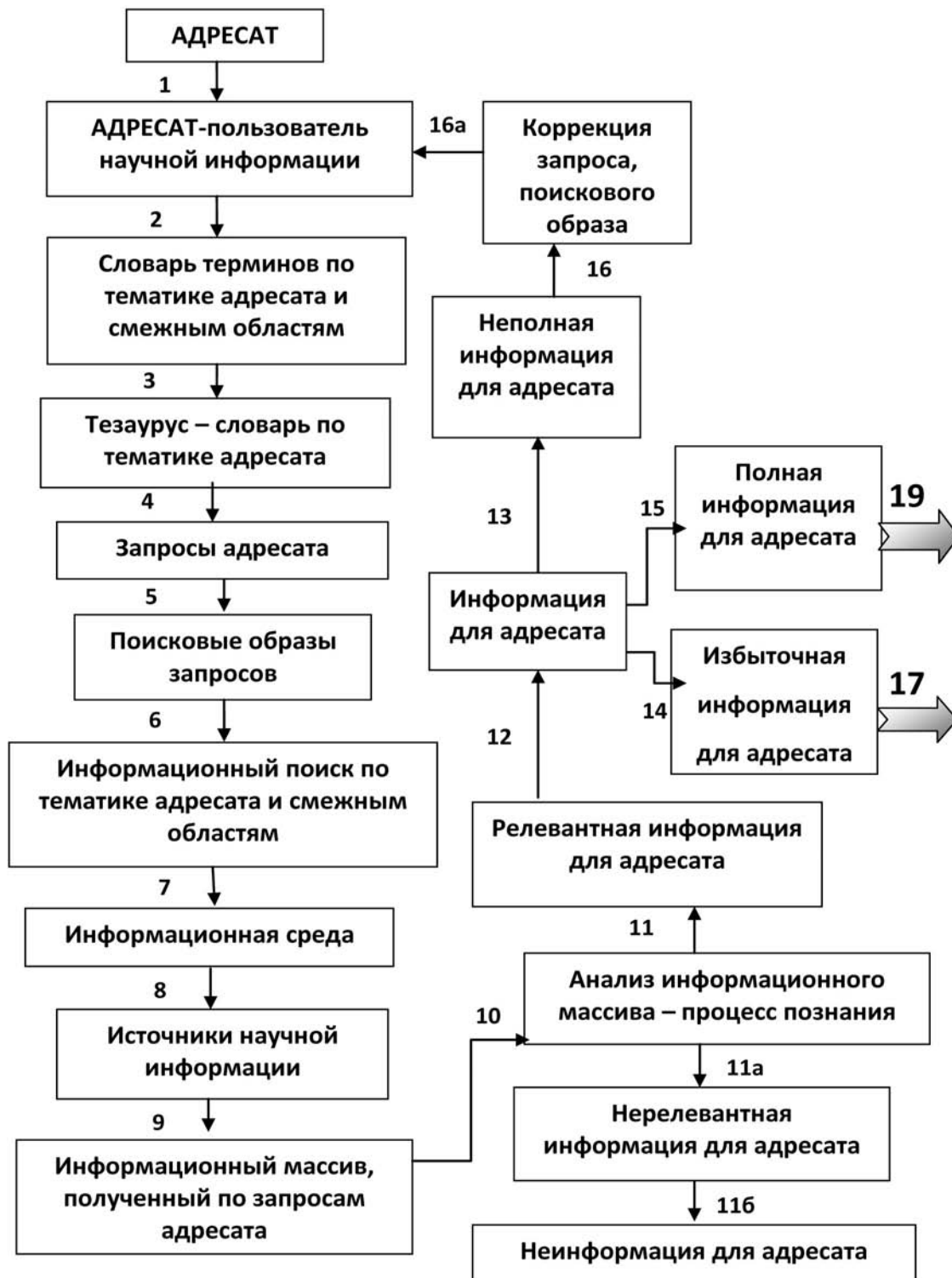


Рисунок 1 - Блок-схема действий адресата в научно-информационной среде (связи 1-19)

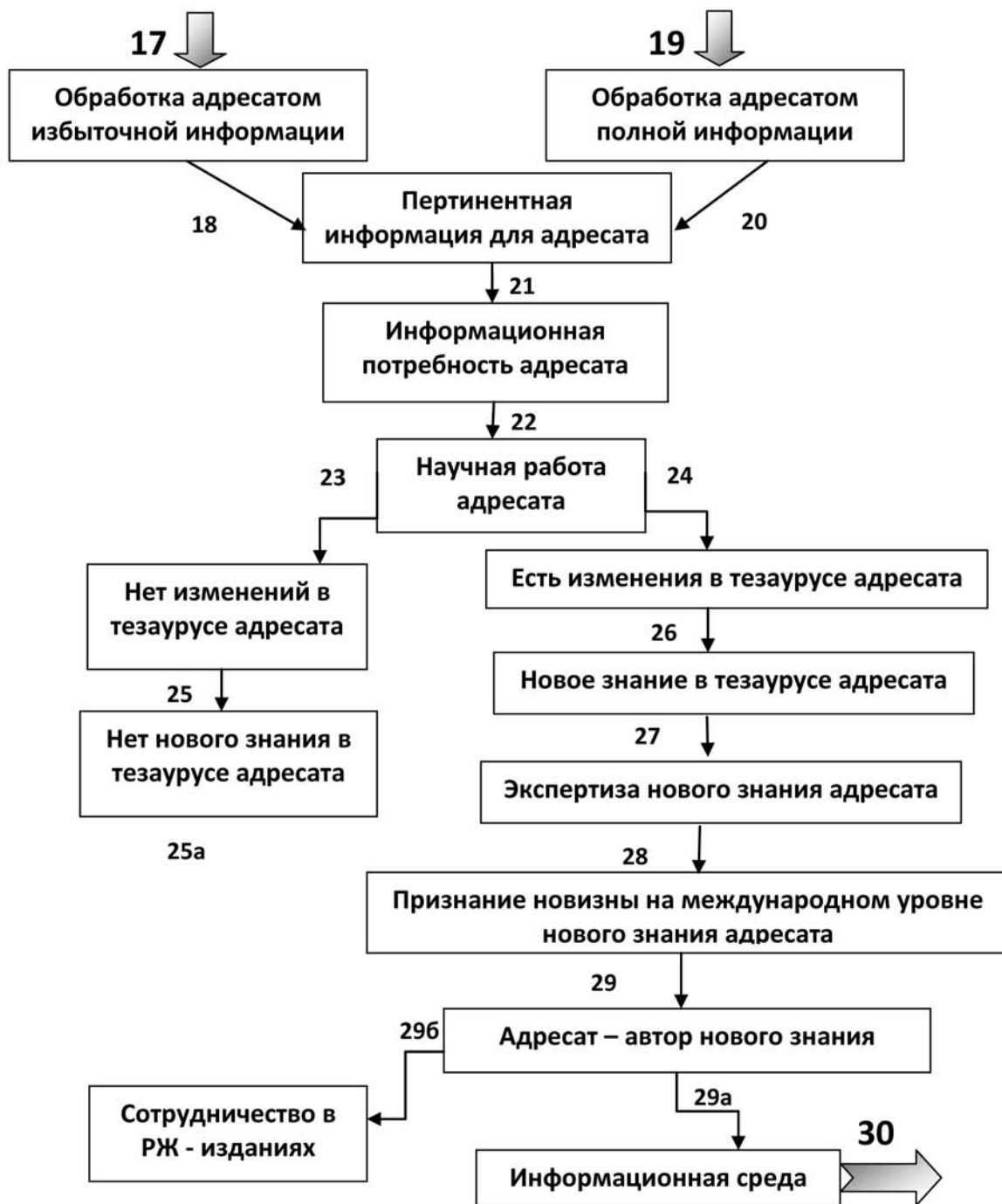


Рисунок 2 - Блок-схема действий адресата в научно-информационной среде (связи 18-30)

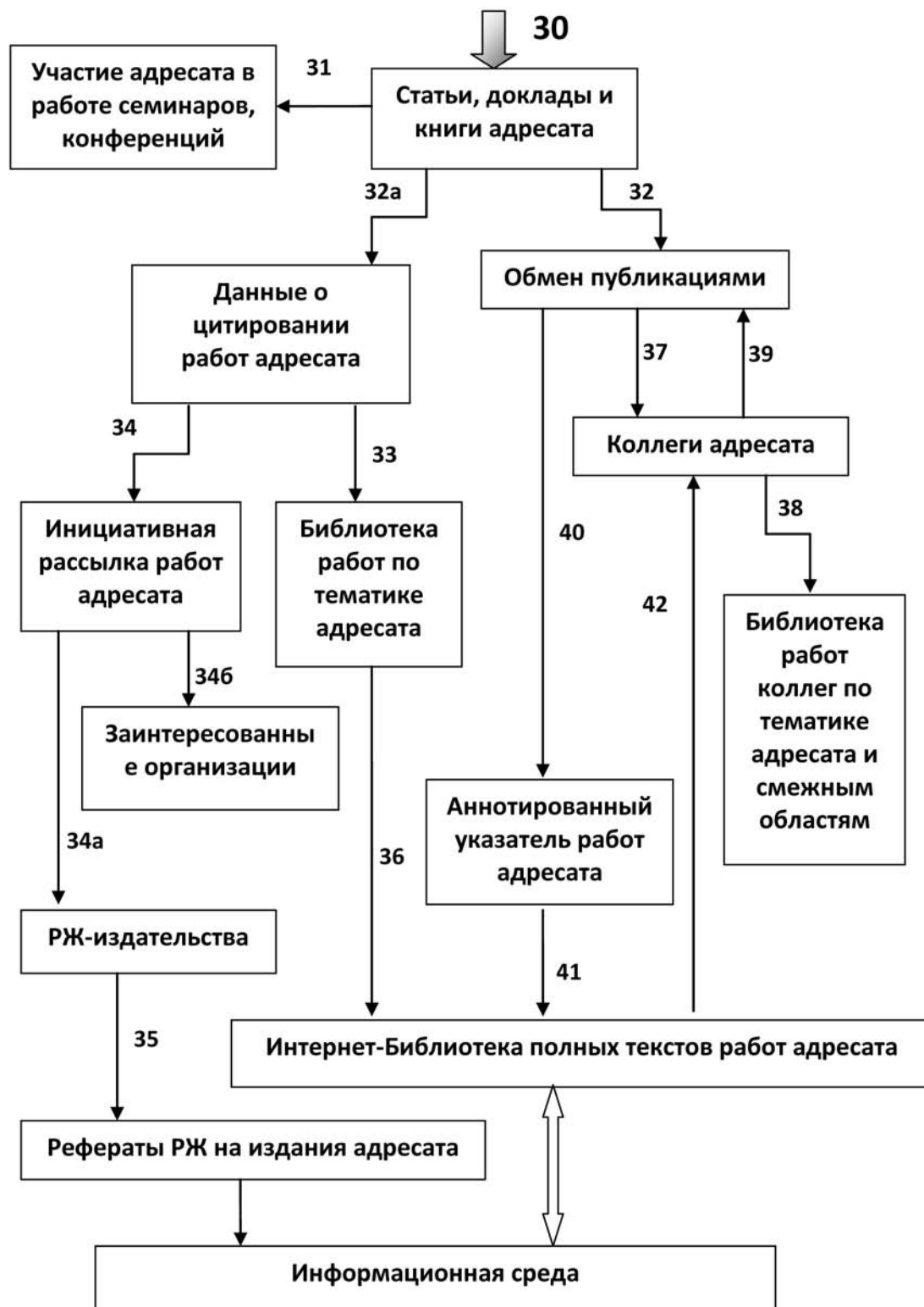


Рисунок 3 - Блок-схема действий адресата в научно-информационной среде (связи 31-42)



Полная информация и обработанная информация (как часть избыточной информации) анализируется с точки зрения пертинентности и информационной потребности адресата (см. 18, 19, 20, 21).

Напомним, что «пертинентность (англ. *pertinence*) – характеристика степени соответствия содержания документа, полученного в результате поиска, информационной потребности адресата (англ. *information demand*)» – свойство отдельного в данном случае лица, адресата, отображающее необходимость получения соответствующей информации. Отметим, что *суждение о полноте информации, информативности документа определяется индивидуально, зависит от эрудиции пользователя, адресата, хотя есть и иное, когда полученная информация бесспорна в рассматриваемой среде пользователей.*

Связи 22, 23, 24, 25, 25а, 26, 27, 28, 29, 29а, 30, 31, 32.

Наконец, *этап научной работы* (22, 23) на предмет определения новизны знания, полученного адресатом, с точки зрения адресата. Здесь используем известное в информатике понятие «тезаурус индивидуума/ адресата».

Если *нет изменения тезауруса адресата*, то информация, полученная адресатом, не является для адресата информацией (информация для адресата), ибо нет нового знания в тезаурусе адресата (23, 25, 25а).

Если *есть изменение в тезаурусе адресата*, то в тезаурусе адресата возникло «*новое знание в тезаурусе адресата*».

В итоге это новое знание может быть:

- новым только в рамках кругозора адресата;
- как новое знание адресата в международном масштабе;
- новым знанием в научно-информационной среде коллег, к которой принадлежит и сам адресат – создатель нового знания.

Естественно, что необходимо признание новизны со стороны коллег упомянутой выше среды (24, 26, 27, 28, 29, 29а, 30, 31, 32, 32а).

Учитывая возможное несовершенство распространения информации, адресат должен проявить некоторую инициативу (см. 34, 34а, 34б), что иногда накладно и не только из-за недостатка средств.

Далее, на блок-схеме представлены составные части библиотеки адресата (33, 38, 42). Библиотека пополняется всеми возможными способами.

На схеме специально отмечены случаи обмена публикациями:

- получение адресатом публикаций от коллег (32, 37, 38);
- получение коллегами публикаций от адресата (39, 40, 41, 42).

Подчеркнем, представленная здесь блок-схема – всего лишь схема. События здесь могут быть в различные периоды (например, 28, 29, 29а).

Иногда какая-либо *информация являлась неинформацией для адресата* (так как не было изменения тезауруса адресата), а спустя какой-то период, ныне, прежняя информация «*стала*» *информацией для адресата* (так как произошло изменение тезауруса адресата). Тезаурус адресата также меняется со временем.

На блок-схеме указаны действия, события, которые типичны для обеспечения нормальной работы адресата. На схеме РЖ – реферативные журналы.

Все разнообразие научной работы невозможно вместить в какую-либо схему без каких-либо ограничений. Здесь отмечены действия желательные. Адресат должен проявлять самостоятельность, которая является одним из основных факторов научной работы, хотя авторитеты есть и будут в любой науке. Как отмечалось еще в 90-е годы специалистами по искусственному интеллекту [8], смысл систематизации информации с использованием онтологического инжиниринга состоит в обеспечении обмена знаниями и только это, в конечном счете,

может являться критерием в развитии этого направления. Желательно, чтобы эти же цели, наряду с признанием собственных результатов, лежали в основе информационного обмена адресата, что частично отображено в блок-схеме.

## 2 Управление данными о публикациях на основе онтологического подхода

С появлением идеи Semantic Web онтологии играют ключевую роль в моделировании систем управления интеллектуальными данными [10]. В то же время проблема представления ПрО адресата (индивидуума, автора, научного работника) в информационной среде продолжает рассматриваться различными способами, что определяется целевым назначением информационного ресурса. Практически во всех библиотечных, издательских, складских (для книжных магазинов) системах, а также в «профессиональных» соцсетях реализуется некоторое собственное специальное описание информационного окружения автора публикаций. В области научных публикаций - это системы цитирования, например [webofknowledge.com](http://webofknowledge.com), [www.scopus.com](http://www.scopus.com), [elibrary.ru](http://elibrary.ru), и социальные научные сети, например [www.socionet.ru](http://www.socionet.ru), [nanopub.org](http://nanopub.org), платформа [geres.org](http://geres.org) и др. Однако, как отмечается в публикациях на эту тему [8, 10], нет никаких однозначных описаний ПрО с помощью онтологий, так как любая онтология предполагает развитие, а также зависит от ее использования, цели создания и применения. Более того, существует тенденция расширения онтологий за счет баз данных, отдельных предметных онтологий, включения онтологий смежных областей (импортирование, логическое объединение, добавление описаний) и других информационных ресурсов. Онтология по праву занимает центральное место (или начинку) знаменитого «слоеного пирога» Тима Бёрнерса-Ли [11].

Не оспаривается тот факт, что включение автора в информационную среду (ИС) через ПрО автора способствует естественному объединению авторов соответственно профессиональным интересам в системе научной информации посредством коммуникационных систем. Информация, помещенная в ИС, становится доступной научному сообществу, заинтересованному в разработках определенной ПрО. Пересечение ПрО авторов и авторских коллективов позволяет получить дополнительную информацию об актуальности исследований, приоритетах полученных результатов, формировать ПрО междисциплинарной научной среды на основе соответствующих операций с онтологиями (объединение, включение, наследование).

В данном исследовании онтологии адресата опираемся на множество ключевых слов (КС) из произведений автора. Именно это множество составляет основу для создания ГА и модели ПрО его исследований на основе онтологии ПрО адресата. Под коммуникационной средой понимаем средства взаимодействия персон(ы) в Интернете друг с другом и/или приложениями (программами), средствами Интернет, специально не уточняя платформы.

### 2.1 Об онтологии предметной области и тезаурусе адресата

Остановимся на варианте описания онтологии ПрО адресата в научной коммуникационной среде применительно к разделам математики и ее приложений. Ограничимся описанием основных классов и подклассов, одним уровнем слотов (свойств) и примерами экземпляров из ПрО обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) [12] и ПрО «математическая физика и смежные области» (МФ и СМобл) [13].

Задание основных классов<sup>1</sup>, подклассов, слотов

классы:

<словарь>

подклассы: <ключевые слова>

<публикация>

<статья>

<монография>

<тезисы>

<труды конференции>

<препринт>

слоты: <вторичные документы>

<персона>

<автор>

<персональные данные>

<публикации>

<рецензент>

<предметная область>

<место работы>

<контактная информация>

<читатель>

<список запросов>

<идентификатор>

<издание>

<журнал> | <газета> | <сборник> | <книга>

<выходные данные>

<контактная информация >

<импакт-фактор>

<издательство >

<учреждение> | <издательская группа>

< контактная информация >

Под описанием функций персоны (адресата) подразумевается список возможных действий, поддерживаемых системой, содержащей онтологию Про автора, для зарегистрированного пользователя (автора). Схематически они представлены на рисунке 4.

Автор работает с информацией и ему доступны:

- **ввод информации** – создание нового раздела информации;
- **редактирование** существующего раздела информации;
- **подписка на информацию**:
  - по ключевым словам,
  - по авторам,
  - по названию;
- **рецензирование**;
- **научная переписка и совместное редактирование**, «информация» в данном случае:
  - другой адресат,
  - другая предметная область,
  - смежная предметная область,
  - публикации,

<sup>1</sup> Классы, выделены полужирным шрифтом, подклассы и слоты смещены вправо

- вторичная информация о публикациях,
- отчет по публикациям,
- корректура.

Основное назначение предложенного описания ПрО адресата на основе технологии тезаурусного представления знаний – создание условий для поиска контактов и публикаций, подготовки публикаций, рецензий и отчетов по тематике адресата – научного работника. В качестве примера представления таксономических отношений рассмотрим статью лексико-семантического указателя (ЛСУ) по ОДУ и терминологическое обозначение уравнения с частными производными МФ и СМобл.



Рисунок 4 - Реализация базовой функциональности: онтология-персона-публикация

В примерах 1 и 2 приведены онтологические описания соответствующих статей из ПрО ОДУ [12].

Пример 1. Статья ЛСУ (класс СЛОВАРЬ<sup>°</sup>, значение слота<sup>°°</sup>), экземпляр:

<sup>°</sup> ОДУ первого порядка, разрешенное относительно производной, именованное

<sup>°°</sup> Абеля ОДУ первого рода

<sup>°°</sup> Абеля ОДУ второго рода

<sup>°°</sup> Бернулли ОДУ

<sup>°°</sup> Дарбу ОДУ

<sup>°°</sup> Муанье ОДУ

<sup>°°</sup> Пирсона ОДУ

<sup>°°</sup> Риккати ОДУ обобщенное

<sup>°°</sup> Риккати ОДУ общее

<sup>°°</sup> Риккати ОДУ специальное

- Риккати ОДУ каноническое
- Эйлера ОДУ первого порядка
- Якоби ОДУ первого порядка
- Коши задача ОДУ первого порядка, разрешенного относительно производной

Пример 2. Уравнения с частными производными:  
класс СЛОВАРЬ°, АВТОР°, ПУБЛИКАЦИЯ°, СЛОТЫ°◦

- Уравнение Лаврентьева-Бицадзе
- $u_{xx} + \operatorname{sign} y \cdot u_{yy} = 0$
- Сабитов К.Б.
- Уравнения математической физики
  - Учебное пособие для вузов
  - М.: Высшая школа.
  - 2003
  - 255

## 2.2 Классификационные схемы и библиотеки предметной области адресата

Формирование состава ПрО в коммуникационной среде основывается на множестве элементов, входящих в описание публикации этой ПрО (множество вторичных документов, метаописания публикаций), и множестве дополнительной информации, связанной собственно с процессом коммуникации.

Состав ПрО конкретного адресата и смежных областей:

- УДК (UDC)5/54, содержащая деление и соответствующую терминологию по естественным наукам, в том числе по математике, физике, химии и др.;
- рубрикаторы (отечественные/иностраные);
- Mathematics Subject Classification (MSC), классификации, используемые в Zentralblatt и Mathematical Reviews;
- тезаурусы (классификация и терминология, словари контролируемой лексики);
- некоторые классификации в виде отдельных кодов, принятые в РЖ, научных издательствах;
- поисковые образы (запросы), составленные непосредственно адресатом и применяемые им реально (образы содержат как термины, так и коды, и специальные символы, типа «и», «или» и др.);
- вторичная информация (рефераты, аннотации, ключевые слова и др.);
- программы и ссылки на программы (систематически используемое программное обеспечение), обеспечивающие реализацию запросов пользователя – адресата;
- программы и ссылки на программы (программное обеспечение), относящиеся (по мнению адресата) к предметной области;
- первичная информация (сами публикации) адресата;
- первичная информация (сами публикации) и/или вторичные документы, интересные автору.

В процессе взаимодействия с другими авторами и источниками автор с помощью сервисов коммуникационной среды формирует *главный ресурс ПрО*, а именно *словарь терминов ПрО и связанные с ним списки трудов, составляющие множество библиотек авторского ПрО*, а также библиотеки адресата:

- словарь терминов по тематике адресата и смежным вопросам на русском и английском языках (тезаурус);

- библиография работ адресата на русском и английском языках;
- библиотека работ адресата с РЖ – документацией;
- библиотека полных интернет-текстов работ автора-адресата;
- аннотированный указатель работ адресата на русском и английском языках;
- список источников информации по тематике адресата и смежным вопросам в печатных и электронных вариантах;
- «книгообмен», обмен публикациями с коллегами. инициативная рассылка работ адресата и подписка адресата на работы коллег;
- данные о цитировании (рецензировании) автора.

### 2.3 Реализация системы поддержки предметной области адресата

Отметим некоторые особенности информационных систем, необходимые, на наш взгляд, для плодотворного Интернет-общения адресата:

- реализация поиска публикаций, используя в поисковых запросах вторичную информацию о публикациях, а именно по авторам, ключевым словам, кодам классификаторов (УДК, MSC и др.);
- тематический поиск публикаций (с использованием рубрикаторов);
- поиск публикаций в рамках заданной ПрО (с использованием предметных тезаурусов);
- поиск коллег в заданной ПрО с использованием тех же механизмов систематизации публикаций (вторичные документы, классификаторы, тезаурусы);
- реализация подписки на публикации заданной ПрО (для организации адресной доставки информации);
- приглашение коллег ознакомиться с результатами и публикациями (особенно важно с точки зрения соблюдения приоритетов и поддержания актуальности исследований, рецензирования и т.п.);
- возможность отслеживания цитирования работ автора (требует дополнительных связей с издательскими системами);
- возможность создания личных архивов публикаций с соответствующим сервисом по подготовке, систематизации публикаций для различных целей (отчетов и т.д.).

Сразу заметим, что многое из перечисленного списка реализовано по отдельности в издательских системах, системах подготовки отчетности, в соцсетях и сетях профессиональных сообществ. Отметим российские ресурсы, которые отражают научную профессиональную направленность, такие как [www.machinelearning.ru](http://www.machinelearning.ru) (профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных) [14], [www.socionet.ru](http://www.socionet.ru) [15] (в основном отражает социологическую и экономическую тематику, в силу специфики авторов-разработчиков).

В разрабатываемой в рамках данной работы системе функциональные сервисы направлены на организацию информационной поддержки исследований автора по некоторой заданной ПрО. Персональная страница автора формируется на основе авторизованного доступа к системе накопления публикаций. Для работы с публикациями автору предоставляются сервисы: ввода и редактирования списка публикаций, формирования тезауруса, поиска публикаций с указанными ключевыми словами из персонального тезауруса; расширения (объединения) списка ключевых слов за счет списков других авторов, авторизованных в данной коммуникационной среде; поиска коллег по ключевым словам; ввода и редактирования списка цитируемой литературы; обмена списками ключевых слов и списками публикаций с другими авторизованными авторами, услуга «подписка на публикации в системе» с ключевыми словами из заданного списка автора. Поисковые образы (запросы) содержат как термины, так

и коды. Наиболее частные запросы указывают на *актуальность тематики и востребованность отдельных авторов*.

Поиск по ключевым словам позволяет учесть специфику и тематику публикаций, а именно ПрО автора. Основная функция по обмену информацией между авторами реализуется благодаря процедуре контроля ключевых слов. Для этого в системе хранится информация о всех ключевых словах авторизованных пользователей системы и ссылки на их публикации. При пополнении индивидуальных коллекций публикаций и ключевых слов осуществляется рассылка по подписке на публикации с данными ключевыми словами.

Реализация аналогичных проектов уже ведется в европейском научном сообществе, например, немецкий проект ResearchGate (<http://www.researchgate.net/>) или американский проект профессиональных сообществ <http://www.linkedin.com/>. Однако в них в большей степени реализуются задачи социальной сети, а не поддержки научных исследований, хотя отдельные способные участники с помощью этой сети несомненно могут быть найдены.

Заметим, что вопросами *адресной доставки информации, как библиотечной услуги*, занимались и занимаются достаточно давно (режим ИРИ - Избирательного Распространения Информации, рассылка по подписке и пр.). Частичная реализация такой задачи обеспечивается имеющимися в сети электронными библиотечными системами, системами цитирования, административными информационно-библиографическими системами отчетности. Тем не менее, именно *вопросами адресной доставки информации в сети* занимаются в основном коммерческие ресурсы (amazon.com, например), в которых, как правило, мало или совсем отсутствуют научные публикации (исключение составляют учебники, монографии и компьютерные руководства) и издательские группы. Известна и часть открытых библиографических ресурсов в интернете (бесплатных электронных журналов), но они, как правило, не занимаются адресной доставкой информации, вероятно, в силу специфики организации. Создание такого режима в научной коммуникационной среде представляется авторам насущной задачей информационной поддержки научных исследований.

## Заключение

Рассмотрены проблемы представления и поиска научной публикации (научного результата) в сети Интернет с использованием ключевых слов из предметной области автора (научного работника, коллектива). Предложено описание тезауруса адресата и его онтологическое представление, а также проанализированы сценарии возможного «поведения» адресата в научной среде при решении проблемы получения новой информации (нового знания адресата). Предполагается, что авторы научных публикаций заинтересованы в распространении собственных научных достижений, а также в подтверждении их новизны и актуальности в масштабах предметной области и науки в целом. На этом основании предполагается проявление активности со стороны авторов в формировании описания предметной области авторских исследований на основе словарей ключевых слов публикаций при предоставлении соответствующих сервисов на домашних страничках авторов. Тем не менее, проблема мотивации существует и предполагается решать ее предоставлением дополнительных информационных услуг активным авторам – участникам информационного обмена.

Нерешенным пока остается вопрос о согласовании различных онтологических описаний. Эта проблема напрямую связана с одним из основных вопросов современных онтологий: проблемой наследования знаний. Новые предметные области необходимо встраивать в старую систему понятий. Хотя вопросы обновления терминологии и признания самих результатов новыми в новых областях знаний кажутся очевидными, на практике всегда встает вопрос о месте новых направлений в сложившейся системе знаний. Дальнейшие исследования дан-

ной проблемы будут направлены создание тезаурусов новых предметных областей и их онтологических описаний.

## Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 13-07-00334-а.

## Список источников

- [1] Data tsunami: are you steering for disaster in a canoe? (Posted on January 24, 2014 by Ontology) <http://www.ontology.com/news-and-media/data-tsunami-are-you-steering-disaster-canoe/> (обращение 14.10.2014).
- [2] **Рыбников, К.А.** История математики. М.: Изд-во МГУ Т. I, 1960. 190 с.; Т. II, 1963, 335 с.
- [3] **Рид, К.**, Гильберт. С приложением обзора Германа Вейля математических трудов Гильберта. Пер. с англ. И.В. Долгачева. Под ред. Р.В. Гамкрелидзе. М.: Наука, 1977. 367 с.
- [4] **Моисеев, Е.И., Муромский, А.А., Тучкова, Н.П.** О представлении и поиске научных результатов современными средствами в электронной информационно-поисковой среде. М.: МАКС Пресс, 2009. 98 с.
- [5] **Шрейдер, Ю.А.** Об одной модели семантической теории информации // Проблемы кибернетики. Вып. 13. М., 1965. – 254 с.
- [6] **Хорошевский, В.Ф.** Пространства знаний в сети Интернет и Semantic Web (Часть 1) // Искусственный интеллект и принятие решений, 2008, №1. С. 80-97.
- [7] **Шрейдер, Ю.А.** Тезаурусы в информатике и теоретической семантике // Научно-техническая информация. Сер. 2, 1971, № 3.
- [8] **Gruber, T.R.** Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing // In Int. Journal Human-Computer Studies 43, p.907-928. Substantial revision of paper presented at the Int. Workshop on Formal Ontology, March, 1993, Padova, Italy. Available as Technical Report KSL 93-04, Stanford University.
- [9] **Cawkell, T., Garfield, E.** Chapter 15. Institute for Scientific Information // A century of science publishing: a collection of essays / Einar H. Fredriksson (Ed.). IOS Press, 2001. С. 149-160.
- [10] <http://ontology.cim3.net/OntologySummit/2013/> (Обращение 14.10.2014)
- [11] **Berners-Lee, T.J.** The Semantic Web and Research Challenges <http://www.w3.org/2003/Talks/01-sweb-tbl/slide1-0.html> (Обращение 14.10.2014)
- [12] **Моисеев, Е.И., Муромский, А.А., Тучкова, Н.П.** Тезаурус информационно-поисковый по предметной области: обыкновенные дифференциальные уравнения. М.:МАКС Пресс. 2005. – 116 с.
- [13] **Моисеев, Е.И., Муромский, А.А., Тучкова, Н.П.** Интернет и математические знания: представление уравнений математической физики в информационно-поисковой среде. М.:МАКС Пресс. 2008. – 80 с.
- [14] **Рудаков, К.В., Чехович, Ю.В.** Алгебраический подход к проблеме синтеза обучаемых алгоритмов выделения трендов // ДАН, 2003, Т. 388, № 1 С.33-36.
- [15] **Козаловский, М.Р., Паринов, С.И.** Классификация и использование семантических связей между информационными объектами в научных электронных библиотеках // Информатика и ее применения. 2012. Т. 6. № 3. С. 32-42.



## ONTOLOGY OF SCIENTIFIC SPACE OR HOW TO FIND THE GENIUS

E.I. Moiseev<sup>1,2</sup>, A.A. Muromskiy<sup>2</sup>, N.P. Tuchkova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, faculty of Computational Mathematics and Cybernetics, Moscow, Russia  
cmc@cs.msu.su

<sup>2</sup>Dorodnicyn Computing Centre of RAS, Moscow, Russia  
tuchkova@ccas.ru

### Abstract

The paper presents a new approach towards the authors informational space organization with the use of an addressee thesaurus. Current task seems to be in implementation of intelligent use of information regarding publications and to provide scientific workers with a special service that would be competitive amongst other means of communication. An approach towards usage of an addressee thesaurus as a theoretical basis for authors information space and a number of services (publications search, subscription, exchange of secondary information, reviewing, citation, publishing preparation and so on) as practical part is described. An ontology for scientific multidisciplinary collaboration is envisioned to be based on subject domains descriptions of different individuals. The authors state that this approach would prevent data loss in scientific discovery, would allow to implement new knowledge into the existing system of scientific domains.

**Key words:** informatization, ontology, thesaurus of the addressee, subject domain.

### References

- [1] Data tsunami: are you steering for disaster in a canoe? (Posted on January 24, 2014 by Ontology) <http://www.ontology.com/news-and-media/data-tsunami-are-you-steering-disaster-canoe/> (Valid on 14.10.2014)
- [2] **Rybnikov, K.A.** Istoria matematiki [The history of mathematics]. M.: MSU published V. I, 1960. 190 p.; V. II, 1963, 335 p. (In Russian).
- [3] **Reid, C.** Hilbert. With an application of Hilbert's mathematical work by Hermann Weyl. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg - New York. 1970 (Russian translation by I.V. Dolgachev. Ed. by R.V. Gamkrelidse). M. Nauka. 1977. 367 p. (In Russian).
- [4] **Moiseev, E.I., Muromskiy, A.A., Tuchkova, N.P.** O predstavlenii i poiske nauchnyh rezultatov sovremennymi sredstvami v informacionno-poiskovoy srede [About modern techniques in search and representation of scientific results within information-search environment]. M.: MAKS Press, 2009. 98 p. (In Russian).
- [5] **Shreider, Yu.A.** Ob odnoy modeli semanticheskoy teorii informacii [About one model of semantic theory of information] // Problemy kibernetiki. Issue 13. M., 1965. (In Russian).
- [6] **Horoshevskiy, V.F.** Prostranstva znaniy v seti Internet i Semantic Web [Knowledge spaces in the Internet and semantic web] (Part 1) // Iskusstvenny intellect i prinyatie resheniy, 2008, N 1. P. 80-97. (In Russian).
- [7] **Shreider, Yu.A.** Tezaurusy v informatike i teoreticheskoi semantike [Thesauri in informatics and theoretical semantics] // Nauchno-tehnicheskaya informaciya. Seriya 2, 1971, N 3 (In Russian).
- [8] **Gruber, T.R.** Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing // In Int. Journal Human-Computer Studies 43, p.907-928. Substantial revision of paper presented at the Int. Workshop on Formal Ontology, March, 1993, Padova, Italy. Available as Technical Report KSL 93-04, Stanford University.
- [9] **Cawkell, T., Garfield, E.** Chapter 15. Institute for Scientific Information // A century of science publishing: a collection of essays / Einar H. Fredriksson (Ed.). IOS Press, 2001. C. 149-160.
- [10] <http://ontolog.cim3.net/OntologySummit/2013/> (Valid on 14.10.2014)
- [11] **Berners-Lee, T.J.** The Semantic Web and Research Challenges <http://www.w3.org/2003/Talks/01-sweb-tbl/slide1-0.html> (Valid on 14.10.2014)
- [12] **Moiseev, E.I., Muromskiy, A.A., Tuchkova, N.P.** Tezaurus informacionno-poiskovy po predmetnoy oblasti: obyknovennyye differencialnye uravneniya [Informational thesaurus for the knowledge domain "Trivial differential equations"]. M.: MAKS Press. 2005. – 116 p. (In Russian).

- [13] **Moiseev, E.I., Muromskiy, A.A., Tuchkova, N.P.** Internet i matematicheskie znaniya: predstavlenie uravneniy matematicheskoy fiziki v informacionno-poiskovoy srede [Internet and mathematic knowledge: presentation of mathematical physics equations in information environment]. М.: MAKS Press. 2008. – 80 с. (In Russian).
- [14] **Rudakov, K.V., Chehovich, Yu.V.** Algebraicheskiy podhod k probleme sinteza obuchemyh algoritmov vydeleniya trendov [Algebraic approach towards the problem of self-teaching trend generation algorithms synthesis] // DAN, 2003, V. 388, N 1 P.33-36. (In Russian).
- [15] **Kogalovskiy, M.R., Parinov, S.I.** Klassifikatsiya i ispolzovanie semanticheskikh svyazey mizdu informacionnymi ob'ektami v nauhnnykh elektronnykh bibliotekah [Classification and usage of semantic links between informational objects in scientific e-libraries] // Informatika i eyo primenenie. 2012. V. 6. N 3. P. 32-42. (In Russian).

## Сведения об авторах



**Моисеев Евгений Иванович**, академик РАН, декан, зав. кафедрой высшей математики и кибернетики МГУ им. М.В.Ломоносова, руководитель подразделения Вычислительного центра РАН, главный редактор международного журнала «Интегральные преобразования и специальные функции» (ITSF). Специалист в области функционального анализа и информационных технологий. Окончил физфак МГУ им. М.В.Ломоносова

**Moiseev Evgeniy Ivanovich**, academician of the Russian Academy of Sciences, dean and head of department of CS faculty of Lomonosov MSU. Head of department of CCAS, editor-in-chief of the international journal ITSF. The expert in the field of the functional analysis and information technologies. Graduated from faculty of physics of Lomonosov MSU.



**Муромский Александр Александрович**, старший научный сотрудник ВЦ РАН, к.ф.-м.н., окончил механико-математический факультет Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова и МВТУ им. Н.Э. Баумана, долгие годы работал в ВИНТИ. Специалист в области математического анализа и информационных технологий.

**Muromskiy Alexander Alexandrovich**, senior researcher of CCAS, PhD., graduated from mechanics and mathematics faculty of Lomonosov MSU. and the university of N.E. Bauman, for many years worked in VINITI. The expert in the field of the mathematical analysis and information technologies.



**Тучкова Наталья Павловна**, старший научный сотрудник ВЦ РАН, к.ф.-м.н., окончила факультет вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова. Специалист в области алгоритмических языков и информационных технологий.

**Tuchkova Natalia Pavlovna**, senior researcher of CCAS, PhD., graduated from CS faculty of Lomonosov MSU. The expert in the field of algorithmic languages and information technologies.

УДК 004.03:004.9

## ПРОЕКТ ОТКРЫТОЙ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ КОМПОНЕНТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ. ЧАСТЬ 2: УНИФИЦИРОВАННЫЕ МОДЕЛИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В.В. Голенков<sup>1</sup>, Н.А. Гулякина<sup>2</sup>

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Беларусь  
<sup>1</sup>golen@bsuir.by, <sup>2</sup>guliakina@bsuir.by

### Аннотация

Статья является второй в цикле статей, посвященных рассмотрению открытого проекта, направленного на создание и развитие технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем. В работе рассматривается унификация семантических моделей обработки знаний - моделей информационного поиска, моделей интеграции знаний, моделей решения задач, моделей трансляции семантических сетей во внешнее представление и обратно. На основе унифицированных семантических моделей интеллектуальных систем рассмотрена модель их компонентного проектирования, основанная на выделении многократно используемых компонентов интеллектуальных систем и на обеспечении платформенной независимости их проектирования. Рассмотрены также средства обеспечения открытого характера технологии проектирования интеллектуальных систем, методика их эволюционного проектирования и принципы построения метасистемы, предназначенной для комплексной поддержки проектирования интеллектуальных систем.

**Ключевые слова:** интеллектуальная система, технология проектирования интеллектуальных систем, унифицированная семантическая сеть, язык семантических сетей, компонентное проектирование интеллектуальных систем, графовый язык программирования, интеллектуальная метасистема.

### Введение

Данная статья является продолжением работы [1], посвященной рассмотрению открытого проекта, направленного на создание и развитие технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем (ИС).

### 1 Унификация семантических моделей обработки знаний

На основе *унифицированных семантических сетей* (sc-текстов) можно уточнить понятие унифицированной модели обработки информации, а также понятие унифицированной модели решения задач.

Все указанные абстрактные модели будем называть *sc-моделями обработки знаний* или *sc-машинами*, поскольку в основе их лежит использование *SC-кода*. Каждая такая модель (sc-машина) представляет собой многоагентную систему, состоящую:

- 1) из графодинамической памяти, в которой хранятся и обрабатываются тексты SC-кода – такую память будем называть *sc-памятью*;
- 2) из коллектива агентов, работающих над общей для них *sc-памятью* и взаимодействующих между собой только через эту память – такие агенты будем называть *sc-агентами*.

Очевидно, что *sc-модели обработки знаний* являются частным унифицированным видом графодинамических моделей параллельной асинхронной обработки информации.

Каждый sc-агент реагирует на соответствующий ему класс ситуаций и/или событий, происходящих в sc-памяти, и осуществляет определенное преобразование sc-текста, находящегося в семантической окрестности обрабатываемой ситуации и/или события. Типология sc-агентов достаточно богата. В частности, можно выделить следующие классы sc-агентов, обеспечивающих:

- интерпретацию программ различных sc-языков программирования высокого уровня;
- информационный поиск;
- реализацию правил логического вывода, соответствующих самым различным логическим исчислениям;
- сведение задач к подзадачам;
- анализ качества хранимой базы знаний, в частности, ее корректности, полноты;
- обнаружение и автоматическое склеивание синонимичных sc-элементов;
- автоматическое устранение ошибок в базе знаний;
- удаление информационного мусора (в частности, удаления фрагментов базы знаний, которые редко востребованы и могут быть достаточно легко восстановлены в случае их отсутствия);
- трансляцию вводимой информации с различных внешних языков в SC-код;
- трансляцию sc-текстов, вводимых пользователю на различные внешние языки, а также классы рецепторных и эффекторных sc-агентов.

В понятии sc-машины набор агентов не фиксируется, т.е. могут существовать разные sc-машины с разным набором sc-агентов. Разные sc-машины можно интегрировать. С формальной точки зрения это сделать не очень сложно:

- 1) интегрировать sc-текст, описывающий текущее состояние взаимодействия sc-агентов одной sc-машины, с аналогичным sc-текстом другой sc-машины;
- 2) полученный интегрированный sc-текст поместить в sc-память интегрированной sc-машины;
- 3) в интегрированную sc-машину включить все sc-агенты первой интегрируемой sc-машины и все sc-агенты второй интегрируемой sc-машины.

Более того, одна sc-машина может интерпретировать другую, т.е. при интерпретации sc-машин можно не выходить за пределы класса sc-машин. Для этого необходима разработка целого семейства sc-языков программирования различного уровня. Тексты (программы) всех этих языков должны храниться в sc-памяти, т.е. должны быть семантическими сетями, представленными в SC-коде. Операционная семантика (интерпретация) каждого из этих языков задается определенным набором sc-агентов, процедура выполнения (поведения) каждой из которых описывается программой, написанной на языке более низкого уровня.

В абстрактных sc-машинах можно выделить следующие языки программирования.

- Семейство sc-языков программирования высокого и сверхвысокого уровня (как процедурных, так и непроцедурных). Тексты программ этих языков хранятся в базе знаний ИС и описывают способы решения различных классов задач в соответствующих предметных областях.
- Базовый sc-язык программирования (язык SCP), на котором описываются sc-агенты и интерпретации sc-языков программирования высокого и сверхвысокого уровня, а также sc-операции, обеспечивающие интерпретацию различных логических исчислений, различных моделей интеллектуального решателя задач.
- Язык программирования, на котором описывается интерпретатор базового sc-языка программирования. Этот язык, в частности, может использоваться как язык микропрограмм для sc-компьютера, обеспечивающего аппаратную интерпретацию базового sc-языка программирования (языка SCP).

На основе понятия абстрактной *sc*-машины можно уточнить понятие унифицированной логико-семантической модели ИС. Такую унифицированную модель ИС будем называть абстрактной *sc*-моделью интеллектуальной системы, которая включает в себя:

- интегрированную совокупность всех знаний, которые необходимы для функционирования ИС и которые представлены в виде интегрированного *sc*-текста (такую семантическую модель базы знаний будем называть *sc*-моделью базы знаний или *sc*-текстом базы знаний);
- абстрактную *sc*-машину, в памяти которой хранится указанный *sc*-текст базы знаний.

Нетрудно заметить, что *sc*-текст базы знаний ИС является формальным и унифицированным уточнением того, что должна знать ИС, а *sc*-машина ИС и, в первую очередь, набор входящих в её состав *sc*-агентов является формальным и унифицированным уточнением того, что должна ИС уметь делать со своими знаниями.

Подчеркнём также, что чёткое выделение абстрактного семантического уровня ИС позволяет не только обеспечивать семантическую совместимость ИС, но и сформировать критерии сравнения ИС по уровню их возможностей. Очевидно, что уровень возможностей ИС определяется качеством (корректностью, полнотой, многообразием) её знаний и эффективностью её умений (т.е. эффективностью используемых ею моделей решения задач).

Заметим, что абстрактную логико-семантическую модель в принципе можно построить для любой компьютерной системы (как для интеллектуальной системы, так и для компьютерной системы традиционного вида), обеспечивая их семантическую совместимость на абстрактном логико-семантическом уровне.

### 1.1 Унификация семантических моделей информационного поиска

На основе унифицированных семантических сетей (на основе *SC*-кода) предлагается обеспечить построение унифицированных семантических моделей информационного поиска (унифицированных семантических моделей ассоциативного доступа к информации, хранимой в семантической памяти).

Ассоциативный доступ – это доступ, основанный не на знании того, где находится искомая (требуемая) информация (в частности, на знании адреса или имени соответствующей области памяти), а на знании того, как искомая информация связана с известной информацией, хранимой в памяти, т.е. на знании некоторой спецификации искомой информации.

Эффективность организации информационного поиска в базе знаний ИС во многом определяет эффективность самой ИС. Это обусловлено тем, что время, затрачиваемое интеллектуальной системой на поиск нужных в текущий момент знаний и навыков, занимает, мягко говоря, не меньше половины времени затрачиваемого на решение задачи в целом.

Унифицированная семантическая модель информационного поиска, которую будем называть *sc*-моделью информационного поиска, включает в себя:

- 1) *SC*-язык вопросов, с помощью которого в виде *sc*-текстов осуществляется описание (спецификация) запрашиваемых фрагментов всего интегрированного *sc*-текста, хранимого в текущий момент в *sc*-памяти ( *sc*-текста, который является *sc*-моделью базы знаний). Тексты, принадлежащие *SC*-языку вопросов, будем называть *sc*-вопросами или *sc*-запросами.
- 2) *SC*-язык описания ответов, с помощью которого осуществляется явное выделение *sc*-текстов, являющихся ответами, и явное описание их связи с явно выделенными *sc*-текстами, которые представляют вопросы, соответствующие указанным ответам.
- 3) Семейство информационно-поисковых *sc*-агентов, каждый из которых реагирует на соответствующий ему тип *sc*-вопроса (который при этом должен быть инициирован) и выполняет соответствующую поисковую процедуру в *sc*-памяти.

Семантическая типология вопросов является предметом отдельного рассмотрения. Приведем фрагмент такой типологии, чтобы проиллюстрировать семантическую мощьность SC-языка вопросов. Прежде всего, по аналогии с логическими формулами множество вопросов разбивается на:

- атомарные вопросы;
- неатомарные вопросы, каждый из которых представляет собой конечное множество вопросов.

Компонентами неатомарного вопроса могут быть как атомарные, так и неатомарные вопросы. При этом если построить орграф, в котором вершинами будут знаки всех вопросов, входящих в состав заданного неатомарного вопроса, а дуги будут связывать знаки неатомарных вопросов, входящих в состав заданного неатомарного вопроса, с их компонентами, то этот орграф будет деревом, все конечные вершины которого являются знаками атомарных вопросов. Частным видом неатомарного вопроса является конъюнктивный вопрос, ответом на который является конъюнкция (интеграция) ответов на все вопросы, являющиеся компонентами этого конъюнктивного вопроса.

Поскольку в общем случае вопросу может соответствовать несколько правильных ответов, множество вопросов разбивается на вопросы, запрашивающие:

- все правильные ответы;
- один (или, по крайней мере, один) правильный ответ;
- несколько разнообразных правильных ответов;
- точно указанное число (больше единицы) правильных ответов.

Специальным видом неатомарных вопросов являются вопросы, запрашивающие не сами правильные ответы на некоторый вопрос (который может быть как атомарным, так и неатомарным, и который является единственным компонентом сколько-вопроса), а количество таких правильных ответов.

Приведем некоторые типы атомарных вопросов.

- Запрос фрагментов базы знаний, изоморфных заданному образцу. Образец может иметь произвольный размер, произвольную конфигурацию и может быть представлен логической формулой существования, в которой квантор существования действует на логическую формулу произвольного вида. Поиск ответов на запросы рассматриваемого вида заключается в поиске знаков таких объектов, которые заданным образом связаны с другими объектами, которые могут быть и известными, и неизвестными. Другими словами, осуществляется поиск знаков таких объектов, которые удовлетворяют заданным требованиям.
- Запрос всех элементов заданного конечного множества (чаще всего – это множество из элементов некоторой структуры).
- Запрос внешней информационной конструкции, представленной файлом в том или ином формате.
- Запрос полного текста заданного высказывания.
- Запрос фактов истинности или ложности заданного высказывания в рамках заданной формальной теории.
- Запрос выбора альтернатив, запрашивающий одно или несколько истинных высказываний из заданного множества высказываний.
- Запрос обоснования (доказательство) истинности заданного высказывания.
- Запрос основных сведений об указываемом объекте. Фактически, речь идет о выделении из базы знаний семантической окрестности, «центром» которой является знак указываемого объекта. Примерами такого объекта служат понятие, предметная область, формальная теория, высказывание, любая структура, материальный объект.

- Запрос общих свойств объектов, принадлежащих заданному классу.
- Запрос идентифицирующих признаков заданного объекта. Здесь запрашиваются фрагменты базы знаний, каждый из которых однозначно определяет заданный объект. Если заданным объектом является понятие, то таким идентифицирующим признаком является либо определение этого понятия, либо соответствующая теорема о необходимости и достаточности.
- Запрос связей между заданными объектами.
- Запрос сравнительного анализа заданных объектов.
- Запрос сходств заданных объектов (сходства, аналогии – это частный вид связей между объектами).
- Запрос отличий заданных объектов (отличия объектов – это тоже частный вид связей между ними).
- Запрос плана решения заданной конкретной задачи, т.е. плана достижения заданной цели в заданных конкретных условиях.
- Запрос обобщенного способа решения любой задачи из заданного класса задач. Таким обобщенным способом может быть алгоритм, декларативная программа, нестрогое предписание (рекомендация).
- Запрос надцели, которая соответствует заданной цели.

Список типов атомарных вопросов можно продолжить, но почти все они будут подтипами (подмножествами) перечисленных типов вопросов. В основе sc-языка вопросов лежит построение онтологии вопросов, в рамках которой четко прописываются все теоретико-множественные (и, в первую очередь, родовидовые) связи между всеми выделенными типами и подтипами вопросов. При этом в формулировке каждого конкретного sc-вопроса явным образом отражаются иерархия всех типов вопросов, которым принадлежит данный конкретный sc-вопрос. Для этого каждому типу вопросов ставится в соответствие ключевой sc-узел, обозначающий этот тип вопросов.

В заключение заметим, что в SC-языке описания ответов кроме отношения релевантности, связывающего вопросы с правильными на него ответами, используются языковые средства, описывающие качество и полноту ответов. Это вызвано тем, что некоторые типы вопросов предполагают наличие целого множества правильных ответов, но разного качества, с разной степенью полноты.

## 1.2 Унификация семантических моделей интеграции знаний

На основе унифицированных семантических сетей предлагается построение унифицированных семантических моделей интеграции знаний [2] и использование этих моделей, во-первых, как основы процесса приобретения ИС новых знаний (как со стороны конечных пользователей, так и со стороны разработчиков); во-вторых, как основы интеграции программ и различных семантических моделей решения задач; в-третьих, как основы интеграции абстрактных логико-семантических моделей ИС.

Процесс интеграции двух семантических сетей представляет собой систему следующих взаимодействующих процессов:

- приведения интегрируемых семантических сетей к унифицированному виду, т.е. представление их в SC-коде;
- согласования ключевых узлов и онтологий, используемых в интегрируемых sc-текстах. Очевидно, что полностью автоматизировать такое согласование невозможно. Поэтому разработчикам интегрируемых фрагментов баз знаний и целых баз знаний необходимо уметь договариваться друг с другом;

- выделения в интегрируемых sc-текстах таких sc-элементов, которые имеют глобальные (уникальные) идентификаторы;
- выделения в интегрируемых sc-текстах sc-элементов, имеющих локальные идентификаторы вместе с областью действия каждого такого идентификатора. Область действия локального идентификатора – это такой фрагмент базы знаний, в рамках которого разные sc-элементы, имеющие этот локальный идентификатор, считаются синонимичными;
- склеивания sc-элементов, имеющих одинаковые глобальные идентификаторы;
- склеивания sc-элементов, имеющих одинаковые локальные идентификаторы, если каждый их этих sc-элементов принадлежит области действия своего локального идентификатора и области действия локального идентификатора другого sc-элемента;
- склеивания sc-элементов на основании однозначности используемых алгебраических операций;
- склеивания sc-элементов на основании логических высказываний о существовании единственности;
- склеивания кратных связей, принадлежащих отношениям у которых кратные связи отсутствуют либо всегда, либо при определенных четко оговоренных условиях.

Таким образом, интеграция семантических сетей, т.е. процесс погружения (понимания) одной семантической сети в другую – это нетривиальный процесс рассуждений, направленный на выявление пар синонимичных элементов семантической сети на основе определенных знаний, имеющих в базе знаний ИС.

### 1.3 Унификация семантических моделей решения задач

В рамках проектируемой ИС предлагается обеспечить использование не только знаний различных видов, но и различных моделей и стратегий решения задач.

Для этого необходимо акцентировать внимание не только на разработку новых моделей решения задач, но и на унификацию и интеграцию в рамках проектируемых ИС уже разработанных и хорошо зарекомендовавших себя моделей (дедуктивных, индуктивных, абдуктивных, чётких, нечётких, универсальных, специализированных и т.д.) [3]. Подчеркнем то, что в разных проектируемых интеллектуальных системах могут быть востребованы разные сочетания известных моделей и стратегий решения задач. Подавляющее число моделей представления знаний и решения задач не являются альтернативными и дополняют друг друга. Не составляют исключение и такие классы моделей, как фреймовые, логические, продукционные.

Рассмотренное выше понятие запроса и его формализация является основой не только для информационно-поисковых моделей, но и для различных моделей решения задач. С точки зрения решателя задач запрос – это непроцедурная формулировка информационной цели, которая описывает спецификацию (свойства) той информации, которую требуется либо найти, если она уже присутствует в текущем состоянии базы знаний, либо построить (сгенерировать, вывести), если она отсутствует в текущем состоянии памяти. Таким образом, запрос можно считать описанием целевого состояния обрабатываемой базы знаний (а, точнее, определенного фрагмента этой базы знаний). Запрос также можно считать одним из видов метазнаний, описывающих наше незнание, т.е. наше знание о том, что мы не знаем, но хотели бы знать.

Запросы могут инициироваться как пользователями, так и самой системой. Это означает, что в процессе обработки информации ИС сама себе может задавать (генерировать, порождать) запросы. Если инициирован некоторый sc-запрос, то сначала активизируются соответствующие агенты информационного поиска в «надежде» на то, что запрашиваемый ответ



(или ответы) на указанный sc-запрос уже присутствует в текущем состоянии базы знаний. И только после того, как информационно-поисковые sc-агенты обнаружат отсутствие ответа в текущем состоянии базы знаний, начинается работа решателя задач, направленная на генерацию требуемого ответа.

Кроме запроса используется также и процедурная формулировка информационной цели – это описание (спецификация) некоторого действия, которое требуется выполнить, и которое направлено на преобразование базы знаний, хранимой в памяти. Указанное действие, выполняется либо одним sc-агентом (в случае, если это элементарное действие над sc-памятью), либо несколькими sc-агентами и порождает определенное событие (изменение состояния sc-памяти).

Для унификации различных моделей решения задач необходимо уточнить не только понятие информационной цели, но и понятие информационной задачи. Информационная задача задается, во-первых, формулировкой информационной цели, т.е. описанием того, что требуется, и, во-вторых, той хранимой в памяти информацией, которая семантически связана с заданной информационной целью, является контекстом этой информационной цели, т.е. тем, что дано. В пределе, контекстом информационной цели можно считать текущее состояние всей хранимой базы знаний.

Формальное рассмотрение контекстов различных информационных задач требует разработки специальных языковых средств, предназначенных для описания текущего состояния хранимой базы знаний, а, точнее, для описания «границ» между тем, что в текущем состоянии базы знаний известно и тем, что должно быть определено. К числу таких языковых средств, в частности, относятся следующие ключевые узлы, являющиеся знаками нестационарных множеств (т.е. множеств, которые в разные моменты времени могут иметь разные элементы):

- быть sc-дугой нечёткой принадлежности (такая sc-дуга связывает sc-узел, обозначающий некоторое множество, с sc-элементом о котором в текущий момент времени неизвестно, принадлежит он указанному множеству или нет);
- быть построенным конечным множеством (у каждого такого множества в текущем состоянии базы знаний известны и явно указаны все его элементы);
- быть построенным высказыванием (для каждого такого высказывания в текущем состоянии базы знаний представлен не только его знак, но и полный текст);
- быть построенной внешней информационной конструкцией (файлом);
- быть аксиоматизированной формальной теорией;
- быть построенным рассуждением (обоснованием, доказательством, решением);
- быть построенной программой.

#### 1.4 Унификация семантических моделей пользовательских интерфейсов

Пользовательский интерфейс интеллектуальной системы, построенной на основе предлагаемой технологии, предлагается рассматривать как специализированную интеллектуальную систему, построенную по той же технологии и предназначенную для трансляции адресуемых пользователю сообщений с внутреннего абстрактного семантического языка представления знаний (SC-кода) на тот или иной внешний язык, тексты которого отображаются пользователю в удобном для него виде, а также для трансляции пользовательских сообщений с внешнего языка на внутренний семантический язык ИС (т.е. в SC-код) [4].

Трактовка пользовательских интерфейсов как ИС и унификация семантических моделей таких систем дает возможность:

- 1) унифицировать проектирование пользовательских интерфейсов;
- 2) легко наращивать возможности пользовательских интерфейсов;

3) неограниченно использовать базу знаний ИС для семантического анализа и понимания вводимой пользователем информации (в частности, естественно-языковых текстов).

В качестве основы организации графического пользовательского интерфейса предлагается использовать способ унифицированного визуального представления абстрактных унифицированных семантических сетей в виде изоморфных им графических конструкций.

Указанный язык графического изображения *sc*-текстов назван *SCg-кодом* (Semantic Code graphical). Подчеркнем, что следует четко отличать язык абстрактных унифицированных семантических сетей (*SC*-код), который абстрагируется от того, как должны быть физически представлены узлы и коннекторы текстов этого языка (*sc*-текстов), и язык графического изображения таких семантических сетей, т.е. абстрактная семантическая сеть и ее рисунок – принципиально разные вещи.

С помощью *SCg*-кода осуществляется отображение на экране не только пользовательских сообщений, адресуемых системе, и не только сообщений, адресуемых пользователю, но и всей остальной информации, необходимой для организации работы пользователя (прежде всего – это элементы управления интерфейсом). Такая унификация отображаемой пользователю информации дает возможность организовать взаимодействие пользователя с *help*-системой точно так же, как и его взаимодействие с любой другой ИС.

Трактовка элементов управления пользовательским интерфейсом как элементов отображаемого на экране *SCg*-текста позволяет:

- 1) унифицировать представление любой информации, отображаемой на экране;
- 2) унифицировать способы инициирования различных запросов, касающихся любой отображаемой на экране информации (в том числе, и элементов управления);

Для того чтобы четко отделить те средства *SCg*-кода, которые обусловлены самим *SC*-кодом, от тех средств, которые обусловлены стремлением повысить наглядность *SCg*-текстов, введем ядро *SCg*-кода (или *SCg*-ядро), алфавит которого взаимно однозначно соответствует алфавиту *SC*-кода и, соответственно этому, тексты которого изоморфны семантически эквивалентным текстам *SC*-кода.

Переход от *SCg*-ядра к *SCg*-коду заключается в ослаблении требований, предъявляемых к изображениям семантических сетей, в целях обеспечения удобства для человеческого восприятия. Такое ослабление осуществляется в следующих направлениях: вводится приписывание идентификаторов изображаемых *sc*-элементов, расширяется алфавит графических примитивов, допускается уникальное изображение некоторых *sc*-узлов, допускается синонимия *sc.g*-элементов, но при этом синонимичным элементам должны быть приписаны одинаковые идентификаторы, вводятся специальные графические средства, направленные на повышение наглядности (шинные линии, контуры).

Заметим также, что кроме *SCg*-кода для внешнего представления абстрактных унифицированных семантических сетей используются также и другие языки:

- *SCs-код*, обеспечивающий представление унифицированных абстрактных семантических сетей (*sc*-текстов) в виде, близком к традиционным текстам;
- *SCn-код*, обеспечивающий гипертекстовое представление абстрактных *sc*-текстов, предназначенное для оформления исходных текстов баз знаний.

Более подробно различные языки внешнего представления абстрактных *sc*-текстов вместе с большим количеством примеров рассмотрены в работах [5, 6].

## 2 Компонентное проектирование интеллектуальных систем

В целях ускорения процесса проектирования ИС предлагается создать общую библиотеку многократно используемых семантически совместимых компонентов интеллектуальных

систем, на основе которой разработать методику модульного (компонентного, сборочного) проектирования ИС.

В указанной библиотеке можно выделить следующие разделы (частные библиотеки).

- Библиотека многократно используемых компонентов баз знаний. Прежде всего, в эту библиотеку входят различные по содержанию, но семантически совместимые онтологии. Кроме того, сюда относятся различные «джентльменские наборы» знаний, которыми должны владеть «образованные» ИС. К таким знаниям, в частности, относятся базовые знания по арифметике, базовые знания по теории множеств (каждая ИС должна, по крайней мере, отличать элемент заданного множества от его подмножества), базовые знания по теории отношений (каждая ИС должна уметь отличать бинарное отношение от многоместного отношения, должна понимать, что такое соответствие), базовые знания по логике (каждая ИС должна понимать, что такое теория, высказывание, определение, переменная, должна отличать фактографическое высказывание от высказывания, не являющегося фактографическим, должна уметь отличать высказывание от логической формулы, не являющейся высказыванием) и многие другие знания, востребованность которых может быть самой разной.
- Библиотека компонентов семантических моделей информационного поиска. Это, прежде всего, различные информационно-поисковые агенты.
- Библиотека компонентов семантических моделей интеграции знаний и машин обработки знаний.
- Библиотека интерпретаторов программ, соответствующих различным языкам программирования.
- Библиотека различных стратегий решения задач, различных моделей решения задач и агентов, входящих в состав таких моделей.
- Библиотека компонентов пользовательских интерфейсов.

Все компоненты, включаемые в состав общей библиотеки компонентов ИС, оформляются как компоненты интеллектуальной собственности (*intellectual property*).

Особо подчеркнем то, что модульное проектирование ИС возможно только в том случае, если отбор компонентов, включаемых в состав рассмотренной библиотеки, будет осуществляться на основе тщательного анализа качества этих компонентов. Одним из важнейших критериев такого анализа является семантическая совместимость анализируемых компонентов со всеми компонентами, имеющимися в текущей версии библиотеки.

Для обеспечения семантической совместимости таких компонентов ИС, которые являются унифицированными семантическими моделями (sc-моделями знаний, sc-моделями машин обработки знаний, sc-агентов, sc-моделями ИС), необходимо, во-первых, согласовать семантику (смысл) всех используемых ключевых узлов и, во-вторых, согласовать глобальные идентификаторы ключевых узлов, используемых в разных компонентах. После этого интеграция всех компонентов, входящих в состав библиотеки, и в любых комбинациях осуществляется автоматически, без вмешательства разработчика.

## 2.1 Выделение легко расширяемых минимальных конфигураций для различных компонентов интеллектуальных систем

Минимальные конфигурации (ядра) компонентов ИС обеспечивают семантическую, логическую или функциональную полноту этих компонентов, но пренебрегают производительностью этих компонентов или предоставляемым пользователем комфортом. При этом для каждого такого компонента разрабатывается иерархическая система направлений и уровней его расширения, обеспечивающих повышение производительности и/или пользовательского комфорта.

К числу компонентов, для которых выделяется минимальная конфигурация (ядро) относятся:

- различные варианты (форматы) кодирования текстов SC-кода в памяти современных компьютеров;
- различные языки внешнего представления текстов SC-кода (SCg-код, SCs-код, SCn-код);
- различные языки программирования, построенные на базе SC-кода (в частности, базовый графовый язык программирования SCP) [5, 7];
- пользовательские интерфейсы ИС.

## 2.2 Платформенная независимость проектирования интеллектуальных систем

Для максимальной платформенной независимости технологии проектирования ИС предлагается обеспечить четкое разделение процесса проектирования формального описания логико-семантической модели разрабатываемой ИС от процесса реализации (интерпретации) этой модели на той или иной платформе.

Если каждой интеллектуальной системе соответствует своя уникальная логико-семантическая модель, то каждый интерпретатор абстрактных логико-семантических моделей ИС должен обеспечивать интерпретацию целого класса таких моделей, а в идеале – интерпретацию любой такой модели. Следовательно, разработка указанных интерпретаторов может осуществляться абсолютно независимо от разработки логико-семантических моделей конкретных ИС.

Таким образом, SC-код, обеспечивающий унификацию семантического представления любых знаний, вместе с языком SCP, обеспечивающим унификацию формального описания агентов, работающих над семантической памятью, являясь средством унификации логико-семантических моделей ИС, выполняют в рамках предлагаемой технологии роль, аналогичную той, которую выполняет язык VHDL в современных микроэлектронных технологиях. SC-код и язык SCP являются стандартом полного формального описания логико-семантических моделей интеллектуальных систем, обеспечивающим независимость проектирования абстрактных логико-семантических моделей конкретных ИС от разработки различных вариантов реализации (различных вариантов их интерпретации на различных платформах). Такой стандарт является своего рода «водоразделом» между полным платформенно-независимым описанием ИС (абстрактной логико-семантической моделью) и платформенно зависимой реализацией (интерпретацией) этой абстрактной модели.

Полностью построенная абстрактная логико-семантическая модель проектируемой ИС:

- 1) является открытой, поскольку ее можно легко пополнять новыми знаниями и навыками, интегрируя их в текущую версию модели;
- 2) концентрирует внимание на семантические аспекты функционирования ИС и не содержит никаких лишних деталей, обусловленных тем или иным способом ее технической реализации (интерпретации);
- 3) является абстрактным инвариантом целого множества различных способов ее технологической реализации (в том числе и с помощью принципиально новых компьютеров).

Разработка прототипа ИС завершается разработкой полной sc-модели этой системы, которая записывается в виде исходного текста с использованием таких языковых средств, как SCg-код, SCs-код, SCn-код. После этого разработчик выбирает один из универсальных вариантов интерпретации (реализации) sc-моделей, загружает разработанные им исходные тексты в выбранный интерпретатор и получает прототип, пригодный для опытной эксплуатации и последующего совершенствования.

Если разработчиков ИС что-то не устраивает в выбранном варианте интерпретации sc-моделей (в частности, производительность), должна существовать достаточно продуманная

методика совершенствования выбранного варианта интерпретатора sc-моделей интеллектуальных систем. Очевидно, что для каждого варианта интерпретации sc-моделей ИС указанная методика будет иметь свои особенности.

Нижние уровни детализации проектируемых интеллектуальных систем, в отличие от верхнего (логико-семантического) являются платформенно-зависимыми. Можно говорить о различных модификациях технологии проектирования интеллектуальных систем, соответствующих разным платформам. Напомним при этом, что основная трудоемкость проектирования интеллектуальных систем, полностью определяющая уровень её возможностей (уровень знаний и навыков) концентрируется именно на первом этапе проектирования – на разработке её абстрактной логико-семантической модели.

Таким образом, проектирование ИС можно организовать как два следующих самостоятельных процесса, выполняемых одновременно и независимо друг от друга:

- 1) процесс разработки абстрактной унифицированной логико-семантической модели проектируемой ИС;
- 2) процесс совершенствования выбранного интерпретатора абстрактных унифицированных логико-семантических моделей ИС.

Заметим, что сама идея обеспечения кросс-платформенной разработки компьютерных систем путем внедрения формального языка, обеспечивающего описание абстрактных (логических) моделей этих систем не нова. Существует целый ряд кросс-платформенных технологий. Вопрос в том, о каком классе разрабатываемых компьютерных систем идет речь, какими свойствами обладают используемые абстрактные модели компьютерных систем, какими достоинствами обладает технология разработки самих этих абстрактных моделей.

Вопросы программной реализации и, в частности, web-ориентированной реализации унифицированных логико-семантических моделей ИС рассмотрены в работе [8].

### 2.3 Ориентация на разработку новых платформ, основанных на аппаратной поддержке логико-семантических моделей интеллектуальных систем

Предлагается обеспечить возможность реализации унифицированных логико-семантических моделей ИС на семантических ассоциативных параллельных компьютерах, специально ориентированных на аппаратную реализацию таких моделей.

Очевидно, что для указанных компьютеров базовый графовый язык программирования (язык SCP) является их ассемблером, т. е. аппаратно интерпретируемым языком программирования.

В связи с проблемой создания компьютеров, ориентированных на обработку знаний, необходимо отметить следующее:

- 1) в таких компьютерах принципиально важна поддержка именно параллельной обработки знаний.
- 2) опыт использования параллельных компьютеров показывает, что эффективное их использование предполагающее разработку качественных параллельных программ требует особой профессиональной подготовки и высокой квалификации. Мир параллельного программирования требует особой культуры, особого стиля мышления. Еще более серьезная профессиональная подготовка требуется для разработки параллельных программ, ориентированных на обработку знаний и использующих ассоциативный доступ к обрабатываемой информации.
- 3) уровень развития микроэлектронных технологий сейчас позволяет достаточно быстро реализовывать самые смелые компьютерные архитектуры и модели обработки информации. Необходима только чёткая постановка задачи.

4) созданию параллельных компьютеров для обработки знаний должно предшествовать создание технологии проектирования ИС, в основе которой лежат те модели параллельной обработки знаний, которые будут аппаратно поддерживаться в указанных компьютерах. Иначе мы получим «грудю» талантливо сделанного «железа», эффективность использования которого будет достаточно низкой. Это главная причина неудач такого рода проектов.

Предлагаемая технология проектирования ИС как раз и предполагает последовательное выполнение следующих этапов:

- разработка технологии проектирования абстрактных унифицированных логико-семантических моделей ИС;
- разработка нескольких вариантов программной реализации абстрактных унифицированных логико-семантических моделей ИС, выполненных на современных компьютерах;
- эксплуатация достаточно большого количества прикладных ИС и совершенствование технологии проектирования ИС на основе приобретенного опыта.

И только после этого предлагается начать разработку семантического ассоциативного компьютера, появление которого не отменит абсолютно ничего, сделанного ранее. Просто появится еще один, но уже аппаратный вариант реализации абстрактных унифицированных логико-семантических моделей интеллектуальных систем, применение которого для уже разработанных абстрактных унифицированных логико-семантических моделей различных прикладных систем для конечных пользователей этих ИС абсолютно ничего не изменит, кроме существенного повышения быстродействия.

Рассматривая абстрактную sc-машину обработки знаний на самом верхнем уровне, мы не уточняем (не детализируем) «внутреннее устройство» sc-агентов обработки знаний. Разработав язык SCP, мы получили возможность формально описывать поведение sc-агентов обработки знаний. Если трактовать язык SCP как ассемблер семантического ассоциативного компьютера, то проектирование этого компьютера можно рассматривать как формальный переход к sc-машинам более низкого уровня, обеспечивающим интерпретацию sc-машин более высокого уровня. Существенным здесь является то, что при этом мы не выходим за пределы класса абстрактных sc-машин. Просто вводится последовательность sc-языков программирования всё более и более низкого уровня, каждый из которого обеспечивает формальное описание sc-агентов, входящих в состав sc-машины, интерпретирующей программы непосредственно предшествующего ему sc-языка программирования более высокого уровня. При этом таких уровней, т.е. число таких специальных sc-языков программирования (которые можно назвать sc-языками микропрограммирования), должно быть столько, сколько необходимо для доведения формального описания sc-машин до такого уровня детализации, который позволяет перейти от соответствующего абстрактного языка микропрограммирования к формальному описанию цифровой аппаратуры на языке VHDL.

Архитектуру аппаратной реализации семантических моделей обработки знаний можно рассматривать как иерархию абстрактных машин, описывающих переход от агентов, имеющих доступ ко всей семантической памяти, к агентам, имеющим доступ только к своей семантической окрестности и, в конечном счете, взаимодействующим только со своими семантическими соседями.

Аппаратная интерпретация абстрактных sc-машин предполагает создание реконфигурируемой памяти с распределенными в ней процессорными элементами. Таковую интеграцию памяти и процессора будем называть процессоро-памятью. Реконфигурируемость (структурная перестраиваемость) памяти может быть обеспечена коммутационной средой для процессорных элементов. Можно рассматривать целый ряд подходов к реализации реконфигури-

руемой семантической ассоциативной процессоро-памяти. В частности, процессорным элементам можно ставить в соответствие узлы обрабатываемых унифицированных семантических сетей, а коммутируемым каналам связи между процессорными элементами – коннекторы этой семантической сети. В этом случае текущее состояние конфигурации коммутируемых каналов связи будет полностью соответствовать текущему состоянию конфигурации обрабатываемой семантической сети. Следовательно, память «превращается» из пассивного хранилища байтов в коммутационную среду между процессорными элементами.

## 2.4 Унификация семантических моделей встроенных интеллектуальных систем

Каждую проектируемую интеллектуальную систему предлагается трактовать как результат интеграции следующих интеллектуальных подсистем:

- предметной (основной) ИС;
- интеллектуального пользовательского интерфейса;
- интеллектуальной подсистемы адаптивного управления диалогом с конечным пользователем;
- интеллектуальной help-системы для информационного обслуживания и обучения конечных пользователей предметной ИС, которые, начиная работать с системой, не обязаны иметь сразу высокую квалификацию;
- ИС управления проектированием ИС, которая координирует деятельность разработчиков предметной ИС [9];
- ИС управления информационной безопасностью предметной ИС.

Подчеркнём, что для обеспечения интегрируемости (семантической совместимости) перечисленных ИС они должны проектироваться на основе одной и той же технологии.

Таким образом, проектируя каждую ИС, необходимо одновременно проектировать:

- подсистему, которая осуществляет информационное обслуживание и обучение конечных пользователей данной ИС, т.е. фактически является оформлением документации по эксплуатации системы в виде интеллектуальной справочной и обучающей системы. Это существенно расширит контингент конечных пользователей, повысит эффективность эксплуатации системы и существенно упростит эту эксплуатацию;
- подсистему, которая обеспечивает координацию разработчиков проектируемой ИС, поскольку разработка (совершенствование) системы продолжается в ходе её эксплуатации и требует создания специальных методов и компьютерных средств постоянного совершенствования предметной ИС непосредственно в ходе её эксплуатации. Это существенно отодвинет срок её морального старения;
- подсистему, обеспечивающую управление информационной безопасностью проектируемой ИС.

Если подсистема управления проектированием ИС будет создаваться действительно как ИС, интегрируемая с основной (предметной) ИС, то в перспективе она может стать не только координатором деятельности разработчиков, но и самостоятельным субъектом проектирования, способным тестировать, диагностировать, анализировать как основную проектируемую ИС, так и саму себя.

## 3 Доступность и открытость технологии проектирования интеллектуальных систем

Предлагается обеспечить максимально возможное расширение контингента разработчиков интеллектуальных систем, использующих предлагаемую технологию проектирования ИС, за счет максимальной доступности этой технологии и открытого характера её развития.

Доступность технологии проектирования ИС прежде всего означает то, что в её основе должна лежать такая модель представления и обработки знаний, которая была бы комфортна не только для средств технической реализации этой модели, но и комфортна для человека (для конечного пользователя и разработчика).

Если технология проектирования ИС ориентируется на широкое, массовое распространение и на интенсивное собственное развитие, опирающееся на накапливаемый опыт её использования, она должна быть доступной и открытой. Это означает:

- свободный доступ ко всей документации и основанным средствам автоматизации (компьютерной поддержки) проектирования ИС;
- открытость исходных текстов всех основных средств компьютерной поддержки проектирования ИС, всех основных многократно используемых (типовых) компонентов ИС;
- открытость исходных текстов всех «пилотных» проектов прикладных ИС, выполняющих роль «образцово-показательных» проектов;
- открытый характер организации (project-менеджмента) процесса развития технологии, имеющий форму открытого (open source) проекта, участником которого может быть любой желающий, в том числе и любой пользователь этой технологии, указывающий на различные ошибки и высказывающий различные пожелания.

Завершая рассмотрение открытого характера предлагаемой технологии проектирования ИС, сделаем следующие замечания.

- Открытый характер технологии не является препятствием для реализации коммерческих интересов, связанных с этой технологией. Например, на коммерческой основе могут создаваться и предоставляться:
  - различные прикладные ИС;
  - некоторые варианты реализации различных многократно используемых (типовых) компонентов ИС;
  - некоторые варианты реализации интерпретатора абстрактных семантических логико-семантических моделей ИС, в частности, различные варианты построения семантических ассоциативных параллельных компьютеров.
- Открытый характер технологии, при грамотном использовании фактора её открытости, способствует обеспечению информационной безопасности, как самой технологии, так и прикладных интеллектуальных систем, созданных на её основе.
- Открытый характер предлагаемой технологии проектирования ИС может быть эффективно реализован только на базе технологии облачных вычислений, в рамках которой вся предлагаемая технология проектирования ИС рассматривается как некий интернет-сервис [10].

Рефлексивность интеллектуальных систем, разрабатываемых по предлагаемой технологии, означает то, что в базу знаний каждой ИС, разрабатываемой по предлагаемой технологии OSTIS (*Open Semantic Technology for Intelligent Systems*) [11], включается полная документация этой ИС (полное описание себя самой).

Наличие такой документации обеспечивает:

- качественное информационное обслуживание конечных пользователей по вопросам эксплуатации ИС;
- качественное информационное обслуживание разработчиков, которые осуществляют перманентное совершенствование ИС в ходе её эксплуатации;
- возможность адекватной самооценки (оценки своих возможностей при планировании собственных действий);



- возможность конструктивного анализа собственной деятельности и выявления своих недостатков.

#### 4 Методика эволюционного проектирования интеллектуальных систем

В рамках технологии OSTIS предлагается использовать методику поэтапного эволюционного проектирования ИС.

Указанная методика предполагает:

- быстрое проектирование;
- скорейшее введение в эксплуатацию первых версий проектируемых систем с минимальными, но практически полезными возможностями;
- эволюционное поэтапное совершенствование проектируемой ИС путем её расширения новыми знаниями и навыками непосредственно в ходе эксплуатации ИС и активным привлечением её конечных пользователей.

С формальной точки зрения проектирование унифицированной логико-семантической модели (sc-модели) ИС в конечном счете сводится к проектированию sc-модели базы знаний этой интеллектуальной системы, поскольку scr-программы, описывающие поведение sc-агентов, можно рассматривать как часть базы знаний. Таким образом, проектируемая база знаний включает в себя:

- базу знаний предметной (основной) ИС;
- тексты всех scr-программ, описывающих поведение sc-агентов;
- текст документации, представленный в виде базы знаний интеллектуальной help-системы, обеспечивающей всестороннее информационное обслуживание пользователей проектируемой ИС.

Начальный этап проектирования базы знаний ИС – это уточнение иерархической системы предметных областей, которые должны быть описаны в проектируемой базе знаний. Каждой такой предметной области ставится в соответствие определённый раздел проектируемой базы знаний. Среди выделенных разделов проектируемой базы знаний имеются разделы, которые делятся (декомпозируются) на подразделы, а также атомарные (недекомпозируемые) разделы. Далее процесс проектирования всей базы знаний сводится к проектированию каждого её атомарного раздела с последующей их интеграцией в единую базу знаний.

В целом начальную стадию проектирования всей ИС на основе предлагаемой технологии можно условно разбить на следующие четыре этапа.

- 1) Разработка 1-й версии ИС, которая включает в себя:
  - 1-ю версию её базы знаний;
  - типовое ядро интеллектуальной информационно-поисковой машины, которое входит в состав библиотеки многократно используемых компонентов ИС;
  - типовое ядро интеллектуального решателя, которое входит в состав библиотеки многократно используемых компонентов ИС;
  - типовое ядро пользовательского интерфейса, которое входит в состав библиотеки многократно используемых компонентов ИС. Разработанная 1-я версия ИС уже обладает определенной целостностью, её можно тестировать и запускать в предварительную опытную эксплуатацию.
- 2) Разработка 2-й версии ИС, которая включает в себя:
  - 2-ю версию её базы знаний;
  - 1-ю версию её информационно-поисковой машины;
  - типовое ядро её интеллектуального решателя;
  - типовое ядро её пользовательского интерфейса;

- 3) Разработка 3-й версии ИС, включающей в себя:
- 3-ю версию её базы знаний;
  - 2-ю версию её информационно-поисковой машины;
  - 1-ю версию её интеллектуального решателя;
  - типовое ядро её пользовательского интерфейса;
- 4) Разработка 4-й версии ИС, включающей в себя:
- 4-ю версию её базы знаний;
  - 3-ю версию её информационно-поисковой машины;
  - 2-ю версию её интеллектуального решателя;
  - 1-ю версию её пользовательского интерфейса.

Дальнейшее развитие проектируемой ИС может акцентировать внимание на самых разных направлениях, приоритетность которых определяется самим приложением.

Более подробно методика эволюционного коллективного проектирования унифицированных семантических моделей интеллектуальных систем, на основе содержательной структуризации знаний, описана в работе [12].

## 5 Реализация технологии проектирования интеллектуальных систем в виде интеллектуальной метасистемы

Предлагается реализовать рассматриваемую технологию как *интеллектуальную метасистему* [13, 14], ориентированную на поддержку проектирования ИС, построенную по тем же самым принципам (т. е. по той же технологии), что и интеллектуальные системы, разрабатываемые на её основе. Эту метасистему назовем IMS (*Intelligent MetaSystem*).

Метасистема IMS должна включать в себя:

- теорию (принципы построения) проектируемых ИС, которая входит в состав базы знаний метасистемы;
- библиотеку типовых многократно используемых компонентов ИС, которая входит в состав базы знаний рассматриваемой метасистемы;
- средства автоматизации синтеза, анализа и имитационного моделирования проектируемых ИС и их компонентов (это подсистема интеллектуальной метасистемы, ориентированная на решение задач проектирования ИС);
- интеллектуальную help-систему, являющуюся подсистемой рассматриваемой интеллектуальной метасистемы ориентированной на информационное обслуживание и обучение разработчиков ИС;
- методику проектирования ИС, которая оформляется как часть базы знаний метасистемы;
- методику обучения проектированию ИС, которая также является частью базы знаний метасистемы;
- интеллектуальную подсистему управления проектированием самой метасистемы;
- интеллектуальную подсистему управления информационной безопасностью метасистемы;
- семейство различных вариантов реализации интерпретаторов унифицированных абстрактных логико-семантических моделей ИС.

В метасистеме IMS можно выделить целый ряд подсистем, ориентированных на поддержку проектирования различных компонентов ИС, таких, как:

- базы знаний и различные фрагменты баз знаний (онтологии, формальные теории, программы);
- информационно-поисковые машины, машины интеграции знаний, решатели задач;
- пользовательские интерфейсы (графические, естественно-языковые, мультимодальные).

В интеллектуальной метасистеме IMS можно также выделить семейство интеллектуальных подсистем, ориентированных на поддержку проектирования различных классов ИС, таких, как:

- интеллектуальные справочные системы (системы информационного обслуживания);
- интеллектуальные обучающие системы (имеющие подсистемы интеллектуального управления обучением);
- интеллектуальные help-системы для пользователей различных компьютерных систем;
- ИС автоматизированного проектирования;
- ИС управления проектами.

Создание и развитие технологии OSTIS осуществляется в рамках открытого проекта OSTIS. Проект IMS, направленный на создание и развитие метасистемы IMS является ключевым подпроектом проекта OSTIS. Другими его подпроектами являются проекты создания различного вида приложений на основе технологий OSTIS. При этом технические решения, полученные при разработке приложений, должны пополнять интегрированную библиотеку многократно используемых компонентов интеллектуальных систем.

### **Заключение**

К числу основных современных тенденций развития искусственного интеллекта следует отнести:

- 1) переход от частных теорий (моделей) различных компонентов ИС к общей (единой, комплексной, интегрированной) теории ИС;
- 2) переход от теории ИС к практике создания широко используемых интеллектуальных систем, к существенному расширению сфер реального практического использования ИС;
- 3) переход от создания прикладных ИС к созданию технологий, обеспечивающих быструю их разработку (как минимум, быстрое прототипирование) широким контингентом разработчиков и реализованных в виде интеллектуальных метасистем, осуществляющих поддержку такой разработки;
- 4) переход от разработки ИС к постоянному их совершенствованию (в том числе, в ходе эксплуатации) в целях существенного продления их жизненного цикла;
- 5) переход от технологий разработки ИС к технологиям их постоянного совершенствования (эволюции) в ходе эксплуатации;
- 6) переход от технологий разработки и совершенствования ИС к технологиям совершенствования (эволюции) самих этих технологий (в том числе и соответствующих им интеллектуальных метасистем);
- 7) переход от автономных ИС к коллективным ИС и к коллективам, состоящим из интеллектуальных и традиционных компьютерных систем, а также к технологиям, обеспечивающим разработку таких коллективов взаимодействующих систем.

Для обеспечения перечисленных тенденций необходимо создание не только общей теории ИС, но и общей семантической теории любых компьютерных систем, обеспечивающей их унификацию и совместимость и четко разделяющей многообразие форм реализации систем, от многообразия их смысловых (семантических) моделей.

Такую общую теорию можно строить только на основе формализации смысла обрабатываемой информации. Проблема формализации смысла в современной информатике является ключевой, поскольку без её решения невозможно решить целый ряд проблем, таких, как проблема семантической совместимости компьютерных систем, проблема дублирования технических решений при разработке компьютерных систем из-за многообразия форм их реализации.

Для обеспечения семантической совместимости компьютерных систем необходимо четко отличать:

- многообразие языков (форм) представления информации от многообразия смысла представляемой информации;
- многообразие форм организации обработки информации (машин обработки информации) от многообразия сути обработки информации на смысловом уровне.

### Список источников

- [1] **Голенков, В.В.** Проект открытой семантической технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем. Часть 1: Принципы создания / В.В. Голенков, Н.А. Гулякина // *Онтология проектирования*. – 2014. - №1(11). – С. 42-64.
- [2] **Шункевич, Д.В.** Семантические модели и средства компонентного проектирования машин обработки знаний / Д.В. Шункевич // *Электроника инфо*. – 2013. - №11. – С. 27-30.
- [3] **Корончик, Д.Н.** Реализация хранилища унифицированных семантических сетей / Д.Н. Корончик // *Материалы международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем»*. – Мн.: БГУИР, 2013. – С. 125-128.
- [4] **Ивашенко, В.П.** Интеграция на основе унифицированного представления знаний / В.П. Ивашенко // *Электроника инфо*. – 2013. - №10. – С. 36-46.
- [5] **Голенков, В.В.** Графодинамические ассоциативные модели и средства параллельной обработки информации в системах искусственного интеллекта / В.В. Голенков, Н.А. Гулякина // *Доклады БГУИР*. – 2004. - №1(5). – С. 92-101.
- [6] **Голенков, В.В.** Представление и обработка знаний в графодинамических ассоциативных машинах / В.В. Голенков, О.Е. Елисеева, В.П. Ивашенко и др. – Мн.: БГУИР, 2001. – 412 с.
- [7] **Касьянов, В.Н.** Графы в программировании: обработка, визуализация и применение / В.Н. Касьянов, В.А. Евстигнеев. – СПб.: BHV–Петербург, 2003. – 1104 с.
- [8] **Колб, Д.Г.** Web-ориентированная реализация семантических моделей интеллектуальных систем / Д.Г. Колб // *Материалы международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем»*. – Мн.: БГУИР, 2012. – С. 111-122.
- [9] **Грибова, В.В.** Управление интеллектуальными системами / В.В. Грибова, А.С. Клещев, Е.А. Шалфеева // *Известия РАН. Теория и системы управления*. - 2010. - №6. - С. 122-137.
- [10] **Грибова, В.В.** Облачная платформа для разработки и управления интеллектуальными системами / В.В. Грибова, А.С. Клещев, Д.А. Крылов и др. // *Материалы международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем»* – Мн.: БГУИР, 2012. – С. 130-145.
- [11] Открытая семантическая технология проектирования интеллектуальных систем [Электронный ресурс]. – 2014. - Режим доступа: <http://ostis.net>. – Дата доступа: 02.10.2014.
- [12] **Давыденко, И.Т.** Модель и средства компонентного проектирования баз знаний на основе унифицированных семантических сетей / И.Т. Давыденко // *Электроника инфо*. – 2013.- №11. – с. 23-25.
- [13] **Стефанюк, В.Л.** Сотрудничающий компьютер / В.Л. Стефанюк, А.В. Жожикашвили. – М.: Наука, 2007. - 274 с.
- [14] Интеллектуальная метасистема поддержки проектирования интеллектуальных систем [Электронный ресурс]. – 2014. - Режим доступа: <http://ims.ostis.net>. – Дата доступа: 02.10.2014.

## PROJECT OF OPEN SEMANTIC TECHNOLOGY OF THE COMPONENTAL DESIGN OF INTELLIGENT SYSTEMS. PART 2: UNIFIED MODEL DESIGN

Vladimir Golenkov<sup>1</sup>, Natalia Guliakina<sup>2</sup>

Belarusian State University of Informatics and Radio-electronics, Minsk, Belarus

<sup>1</sup>golen@bsuir.by, <sup>2</sup>guliakina@bsuir.by

### Abstract

The article is a second one in a cycle of articles, dedicated to an open project aimed towards design and development of a component intellectual systems creation technology. The paper addresses unification of semantic data processing models – models of informational search, models of knowledge integration, models of problem solving, models of semantic networks translation into external presentation and vice versa. The model of component design of intellectual systems based on unified semantic models of intellectual systems is described. The means of ensuring the open nature of technology of intelligent systems, methods of their evolutionary design and principles of meta-system designed for complex design support intelligent systems are described.

**Key words:** intelligent system, design technology, unified semantic network, semantic network language, component design of the informational systems, graph-based programming language, intellectual metasystem.

### Reference

- [1] **Golenkov, V.V.** Proekt otkrytoj semanticheskoy tehnologii komponentnogo proektirovaniya intellektual'nyh sistem. Chast' 1: Principy sozdaniya [The project is an open semantic technology component of designing intelligent systems. Part 1: Principles of creation] / V.V. Golenkov, N.A. Guliakina // *Ontology of designing*. – 2014. – No.1(11). – pp. 42-64. (In Russian)
- [2] **Dhunkevich, D.V.** Semanticheskie modeli i sredstva komponentnogo proektirovaniya mashin obrabotki znaniy [Semantic models and tools for component design of knowledge processing machines] / D.V. Shunkevich // *Elektronika info*. – 2013. – No.11. – pp. 27-30. (In Russian)
- [3] **Koronchik, D.N.** Realizacija hranilishha unificirovannyh semanticheskikh setej [Implementation of unified repository of semantic networks] / D.N. Koronchik // proceedings of the «Open semantic technologies of intellectual systems design» conference. – Minsk.: BGUIR, 2013. – pp. 125-128. (In Russian)
- [4] **Ivashenko, V.P.** Integracija na osnove unificirovannogo predstavleniya znaniy [Integration on the basis of a unified knowledge representation] / V.P. Ivashenko // *Elektronika info*. – 2013. – No. 10. – pp. 36-46. (In Russian)
- [5] **Golenkov, V.V.** Grafodinamicheskie assotsiativnye modeli i sredstva parallel'noj obrabotki informatsii v sistemakh iskusstvennogo intelekta [Graphdynamic associative models and means of parallel processing of information in artificial intelligence systems] / V.V. Golenkov, N.A. Gulyakina // *BGYIR proceedings*. - 2004. - Issue 1(5). - pp. 92-101. (In Russian).
- [6] **Golenkov, V.V.** Predstavlenie i obrabotka znaniy v grafodinamicheskikh assotsiativnykh mashinakh [Representation and processing of knowledge in graphdynamic systems] / V.V. Golenkov et al. - Minsk. BGYIR, 2001. – 412 p. (In Russian).
- [7] **Kasianov, V.N.** Grafy v programmirovanii: obrabotka, vizualizacija i primenenie [Graphs in programming: processing, visualization and application] / V.N. Kasianov, V.A. Evstigneev. – St. Ptsb.: BHV–Petersbrg, 2003. – 1104 p. (In Russian)
- [8] **Kolb, D.G.** Web-orientirovannaja realizacija semanticheskikh modelej intellektual'nyh sistem [Web-based implementation of semantic models of intelligent systems] / D.G. Kolb // proceedings of the «Open semantic technologies of intellectual systems design» conference. – Minsk.: BGUIR, 2012. – pp. 111-122. (In Russian)
- [9] **Gribova, V.V.** Upravlenie intellektual'nymi sistemami [Management of intellectual systems] / V.V. Gribova, A.S. Kleshev, E.A. Shalfeva // *Proceedings of the Academy of Sciences. Theory and control systems*. - 2010. – No.6. - pp. 122-137. (In Russian)
- [10] **Gribova, V.V.** Oblachnaja platforma dlja razrabotki i upravleniya intellektual'nymi sistemami [Cloud platform for the development and management of intelligent systems] / V.V. Gribova, A.S. Kleshev, D.A. Krilov and others // proceedings of the «Open semantic technologies of intellectual systems design» conference. – Minsk.: BGUIR, 2012. – pp. 130-145. (In Russian)

- [11] Otkrytaja semanticheskaja tehnologija proektirovanija intellektual'nyh sistem [Open semantic technology of designing intelligent systems]. – 2014. - URL: <http://ostis.net>. – Valid on: 02.10.2014. (In Russian)
- [12] **Davidenko, I.T.** Model' i sredstva komponentnogo proektirovanija baz znanij na osnove unificirovannyh semanticheskikh setej [Model and component design tools of knowledge bases based on unified semantic networks] / I.T. Davidenko // Elektronika info. – 2013.- No.11. – pp. 23-25. (In Russian)
- [13] **Stefanik, V.L.** Sotrudnichajushhij komp'juter [Collaborating computer] / V.L. Stefaniuk, A.V. Jojikashvili. – M.: Science, 2007. - 274 p. (In Russian)
- [14] Intellektual'naja metasisistema podderzhki proektirovanija intellektual'nyh sistem [Intellectual metasystem for intelligent systems design support]. – 2014. - URL: <http://ims.ostis.net>. – Valid on: 02.10.2014. (In Russian)

## Сведения об авторах



**Голенков Владимир Васильевич**, 1949 г. рождения. В 1971 г. с отличием окончил физический факультет Белорусского государственного университета, д.т.н. (1996), профессор, заведующий кафедрой интеллектуальных информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, инициатор международной научно-практической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем», член Российской ассоциации искусственного интеллекта, член редколлегий журналов «Программные продукты и системы», «Онтология проектирования», «Электроника ИНФО», «Речевые технологии». В списке научных трудов более 100 работ в области семантических технологий.

**Vladimir Golenkov** was born in 1949. In 1971 he graduated from the faculty of physics of Belarusian State University with honors diploma, Dr. of science (1996), professor. The head of the department of Intelligent information systems of Belarusian State University of Informatics and Radio-electronics, initiator of the international science and practical conference «Open Semantic technologies for Intelligent Systems» (OSTIS), member of Russian association of artificial intelligence, member of the editorial board of such journals as «Program products and systems», «Ontology of designing», «Electronics-INFO», «Speech technologies». The list of his published works consists of more than 100 articles in the sphere of semantic approach in the intelligence systems design.



**Гулякина Наталья Анатольевна**, 1952 г. рождения. В 1974 г. окончила факультет прикладной математики Белорусского государственного университета, к.ф.-м.н, доцент, заместитель заведующего кафедрой интеллектуальных информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, член программного комитета конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем», автор ряда публикаций по вопросам интеллектуальных информационных технологий, автор семи учебно-методических пособий.

**Natalia Guliakina** was born in 1952. In 1971 she graduated from the faculty of applied mathematics of Belarusian State University, Ph.D., and assistant professor. Deputy head of the department of Intelligent information systems of Belarusian State University of Informatics and Radio-electronics, a member of Program Committee of the international conference «Open Semantic technologies for Intelligent Systems» (OSTIS), author of several publications on artificial intelligence systems design, author of seven educational toolkits.

УДК 004.415.2

## ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ МОДЕЛЬНО-УПРАВЛЯЕМОЙ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОСНАБЖАЮЩИХ СИСТЕМ

В.А. Стенников<sup>1</sup>, Е.А. Барахтенко<sup>2</sup>, Д.В. Соколов<sup>3</sup>

*Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук,  
Иркутск, Россия*

<sup>1</sup>sva@isem.sei.irk.ru, <sup>2</sup>barakhtenko@isem.sei.irk.ru, <sup>3</sup>sokolov\_dv@isem.sei.irk.ru

### Аннотация

В статье излагается разработанный авторами методический подход к построению программного обеспечения для решения задач проектирования теплоснабжающих систем. Этот подход основан на применении концепции модельно-управляемой разработки (Model-Driven Engineering), которая представляет собой совокупность методических принципов автоматического построения сложных программных систем на основе предварительно разработанных моделей. При построении программного обеспечения применяются современные технологии метапрограммирования и формализованные в виде онтологической системы знания предметной области. Излагаются принципиальные положения разработанной в ходе выполненной работы методики автоматического построения программной системы. В статье представлены принципы построения инструментальной платформы, которая служит в качестве единой основы при автоматическом построении программного обеспечения для решения задач оптимального проектирования теплоснабжающих систем. Приведено описание программного комплекса СОСНА, разработанного на базе предложенного методического подхода.

**Ключевые слова:** *Model-Driven Engineering, метапрограммирование, онтология, программный комплекс, онтологическая система, методический подход, автоматизация программирования, архитектура программного обеспечения, теплоснабжающие системы.*

### Введение

Теоретической основой для решения задач проектирования и управления функционированием трубопроводных систем различного типа и назначения является разработанная и успешно развиваемая в Институте систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭМ СО РАН) теория гидравлических цепей (ТГЦ). Она предоставляет методическую базу для моделирования, расчета, оценивания и оптимизации трубопроводных и гидравлических систем различного типа [1]. В рамках ТГЦ выделяется проблема оптимального проектирования теплоснабжающих систем (ТСС), которая охватывает широкий круг задач и состоит в поиске оптимального направления изменения структуры и параметров систем, определения и устранения «узких» мест, замены устаревших технологий и оборудования на новые энергоэффективные решения, обеспечения требований надежности теплоснабжения и управляемости систем при удовлетворении физико-технических условий их функционирования и выполнении ограничений на режимные параметры [2]. Особенность решения проблемы оптимального проектирования ТСС состоит в том, что она предполагает формирование каждый раз нового алгоритма из различного состава подзадач (оптимизация структуры, оптимизация параметров, анализ надежности системы, тепловые и гидравлические расчеты, расчет

параметров источников тепла и др.), индивидуального для множества рассматриваемых ТСС и учитывающего их конкретные особенности. Как правило, это сложный итерационный вычислительный процесс, в ходе которого подзадачи для различных ТСС могут решаться в разной последовательности и различными методами в зависимости от поставленной цели. Один из возможных алгоритмов решения задачи представлен на рисунке 1 [2].

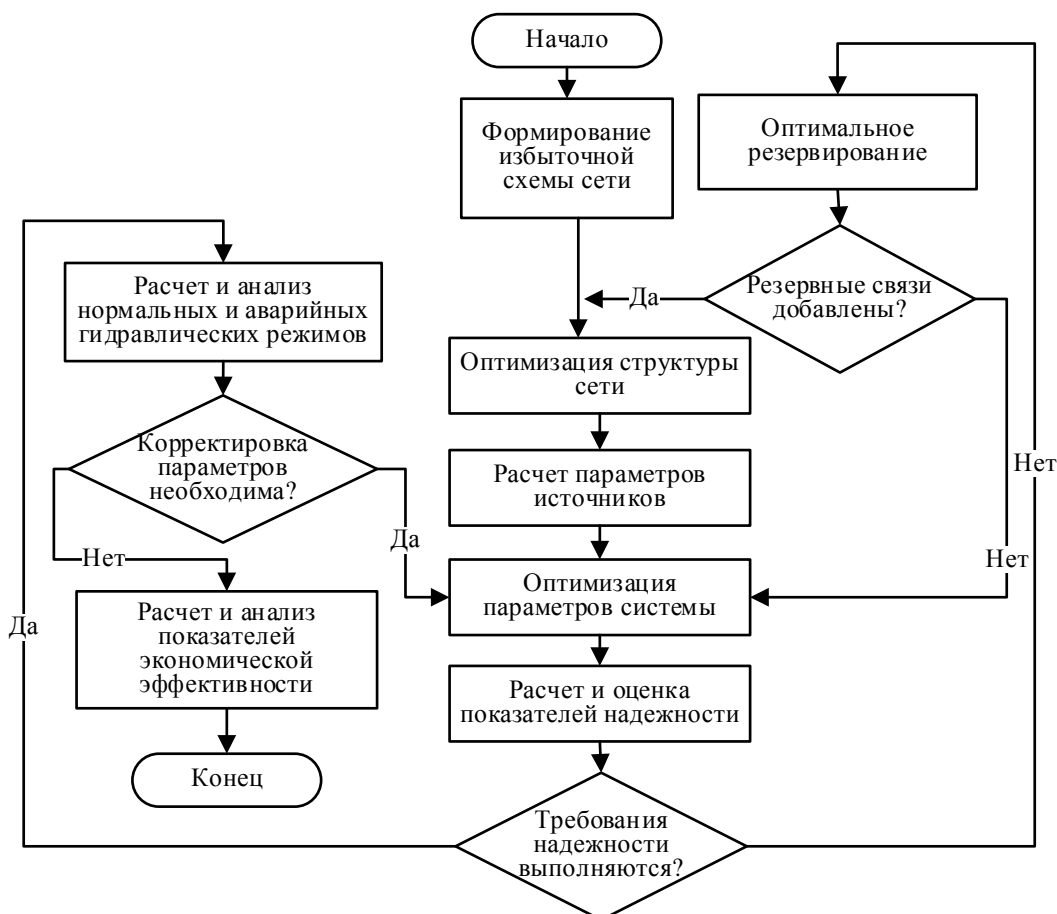


Рисунок 1 – Алгоритм решения задачи проектирования ТСС

Методические подходы, традиционно применяемые при разработке программного обеспечения для проектирования ТСС, не позволяют реализовать разработанную в рамках ТГЦ методику решения этих задач, которая требует применения гибких схем организации вычислительного процесса, замены элементов программной системы, учета особенностей развития конкретной ТСС и используемого для ее построения широкого спектра энергетического оборудования, многократного использования реализованного программного обеспечения и его настройки на особенности конкретного набора используемого оборудования.

Одна из особенностей предметной области проектирования ТСС состоит в том, что реализация программного обеспечения, предназначенного для решения этих задач является завершающим этапом разработки методов, математических моделей элементов ТСС, методик и алгоритмов. Применение этого программного обеспечения при решении научных и практических инженерных задач приводит к накоплению опыта, который позволяет разрабатывать более точные математические модели, уточнять справочную информацию, повышать быстродействие алгоритмов, улучшать сходимость методов, получать



оригинальное решение какой-либо практической задачи. Как правило, накопленный опыт фиксируется путем внесения изменений в программное обеспечение, что повышает его качество и соответствие реальным инженерным системам. Описанный подход к разработке приводит к тому, что программное обеспечение становится единственным средством формализованного хранения всего накопленного опыта. В результате этот опыт недоступен для изучения и использования широкому кругу специалистов.

В методических подходах, традиционно применяемых при построении программного обеспечения, отсутствует четкое разделение на методы (алгоритмы, методики) решения прикладных задач и математические модели элементов ТСС. В результате программные модули, реализующие алгоритмы, становятся ориентированными на конкретные классы задач и набор оборудования, что значительно затрудняет их настройку под конкретную решаемую задачу и многократное использование при построении различных программных систем. Отсутствует возможность для исследователя создавать свои модели элементов и интегрировать их в программное обеспечение при проведении научных или инженерных расчетов. Происходит многократное дублирование одной и той же модели элемента ТСС в различных вычислительных модулях, поэтому в случае корректировки модели необходимо вносить изменения во все программные модули.

Схема взаимодействия между вычислительными модулями скрыта в программном коде управляющего модуля программной системы, что значительно затрудняет понимание и развитие алгоритма решения задачи. При возникновении необходимости любого преобразования управляющего алгоритма программной системы требуется внесение изменений в существующий или создание нового управляющего модуля. Наличие перечисленных недостатков обуславливает невозможность гибкой организации управления вычислительным процессом, необходимого при реализации методик решения задач оптимального проектирования ТСС.

Для преодоления перечисленных трудностей необходимо разработать новый методический подход к построению программного обеспечения, который позволит автоматически создавать сложные программные системы, ориентированные на решение прикладных задач с учетом индивидуальных особенностей моделируемых ТСС. В рамках этого подхода знания о предметной области должны быть формализованы в виде онтологий [3-5], что позволит многократно их использовать при автоматическом построении прикладных программных систем. Необходимо разработать единую инструментальную платформу, которая позволит автоматически формировать программную систему, ориентированную на решение конкретной прикладной задачи и выполнять сложные инженерные расчеты по поиску оптимальных путей преобразования реальных ТСС с целью повышения их эффективности и надежности функционирования.

## **1 Новый методический подход**

В результате проведенных авторами исследований предложен новый методический подход к разработке программного обеспечения на базе концепции MDE (Model-Driven Engineering, «управляемая моделями разработка») [6-7], который позволяет успешно преодолевать перечисленные проблемы. В рамках этого подхода MDE адаптирована к особенностям методического и программного обеспечения, применяемого при решении задач проектирования ТСС. Программная система автоматически строится на основе следующих компонентов:

- компьютерной модели конкретной ТСС;
- предварительно разработанных моделей элементов ТСС;

- программных компонентов, реализующих методы и алгоритмы решения прикладных задач;
- знаний, формализованных в виде онтологической системы.

Предложенный подход позволяет успешно решить задачу разделения методов решения прикладных задач и моделей элементов ТСС. Для этого методы реализуются в виде программных компонентов, которые не привязаны к свойствам и моделям конкретного оборудования. Модели элементов ТСС автоматически компилируются в программные компоненты. В процессе построения программной системы выполняется динамическая интеграция программных компонентов, реализующих модели элементов ТСС и методы решения задач, что позволяет создать программную систему, ориентированную на решение конкретной прикладной задачи.

Разработанный методический подход включает следующие компоненты.

1. Методику автоматического построения сложных программных систем на основе применения концепции MDE, современных методов метапрограммирования [8] и онтологий.
2. Принципы построения расширяемой архитектуры программного обеспечения, ориентированного на особенности решаемой прикладной задачи.
3. Принципы построения инструментальной платформы как единой универсальной основы для разработки программного обеспечения для решения комплекса задач проектирования ТСС.
4. Методические принципы разработки и применения универсальных программных компонентов.

В процессе автоматического построения программной системы используются онтологии, которые позволяют формализовано описать объекты предметной области, их свойства и взаимосвязи между этими объектами [4]. Онтологии в настоящее время получают все более широкое применение при решении инженерных задач [9]. Существуют работы, в которых описывается опыт применения онтологий при решении задач энергетики [10, 11].

Основные особенности разработанного методического подхода состоят в следующем:

- методический подход ориентирован на разработку программного обеспечения для решения задач оптимального проектирования ТСС;
- модель программной системы строится автоматически на основе компьютерной модели ТСС, описания прикладной задачи и знаний, хранение которых организовано в виде онтологической системы;
- алгоритм верхнего уровня, определяющий схему взаимодействия программных компонентов и ход вычислительного процесса, строится автоматически во время построения программной системы на основе описания прикладной задачи и методики ее решения;
- привлечение современных технологий метапрограммирования предоставляет возможность автоматического формирования программной системы и гибкой настройки ее на особенности развития и состав оборудования конкретной ТСС.

Предложенный методический подход позволяет автоматически создавать сложные программные системы для решения задач проектирования ТСС и решать прикладные задачи, используя разработанные в рамках ТГЦ методики, методы и алгоритмы.

## 2 Методика автоматического построения программной системы

Предложенная авторами методика автоматического построения программной системы включает пять этапов.

**Этап 1.** Построение компьютерной модели конкретной ТСС.

На этом этапе инженером создается компьютерная модель конкретной ТСС, отражающая ее свойства: структуру, набор используемого оборудования и его свойства, параметры элементов системы (технические, гидравлические, граничные условия) [1]. Эта модель сохраняется в базе данных для многократного использования.

**Этап 2.** Формализация прикладной задачи.

На этом этапе осуществляется формализованное описание прикладной задачи инженером: задаются параметры задачи математического моделирования и оптимизации ТСС, задается набор допустимого к установке оборудования, задаются ограничения и условия решения прикладной задачи.

**Этап 3.** Автоматическое построение модели программной системы

На этом этапе автоматически создается модель программной системы, ориентированной на решение прикладной задачи (рисунок 2). Эта модель представляет собой совокупность структур данных, описывающих свойства и структуру создаваемой прикладной системы.

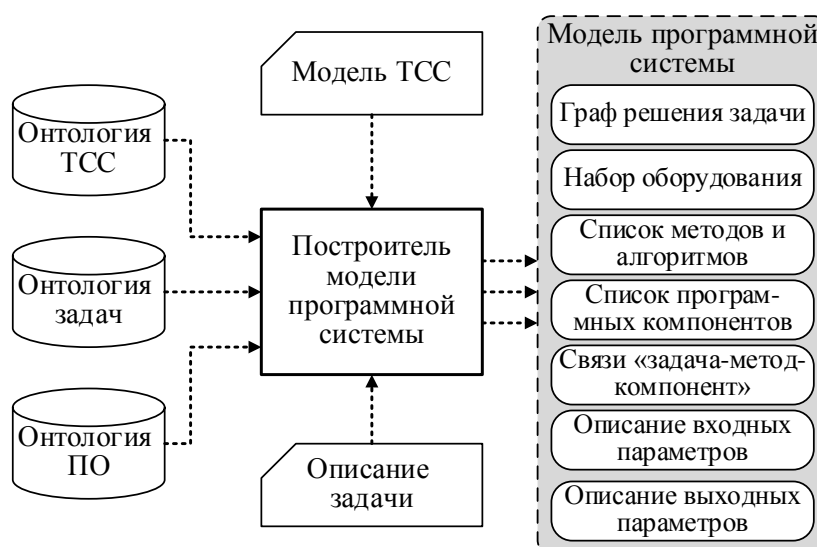


Рисунок 2 – Схема построения модели программной системы

В процессе построения модели программной системы решаются следующие подзадачи.

1. Преобразование компьютерной модели ТСС из базы данных в структуры данных.
2. Создание структур данных, описывающих решаемую прикладную задачу.
3. Создание списка используемого оборудования на основе модели ТСС и описания прикладной задачи.
4. На основе онтологии задач определяется методика решения прикладной задачи, выделяются этапы ее решения, создается список используемых методов и алгоритмов.
5. На основе списка методов и алгоритмов и онтологии программного обеспечения формируется состав необходимых для решения прикладной задачи программных компонентов.
6. На основе описания методики из онтологии задач и описания программных компонентов из онтологии программного обеспечения строится граф решения прикладной задачи, отражающий взаимосвязь и последовательность этапов решения рассматриваемой задачи.
7. Создание структур данных, отражающих связи «задача-метод-компонент».
8. Формирование структур данных, описывающих набор входных и выходных параметров на основе описания методов, алгоритмов и программных компонентов.

**Этап 4.** Автоматическое построение программной системы на основе ее модели с помощью технологий метапрограммирования [12]. В рамках предлагаемой методики используются следующие технологии:

- автоматическая генерация программного кода;
- динамическая компиляция программного кода;
- рефлексивное программирование.

Схема взаимодействия программных компонентов в процессе построения программной системы представлена на рисунке 3. Посредством генерации программного кода и его компиляции создаются программные реализации моделей элементов тепловой сети. При помощи технологий рефлексивного программирования компоненты подключаются к программной системе и настраиваются на решение прикладной задачи. Рефлексивное программирование представляет собой парадигму программирования, основанную на рефлексии (*англ.* reflection) – подходе к программированию, в соответствии с которым программа может отслеживать и модифицировать собственную структуру и поведение во время выполнения [13].

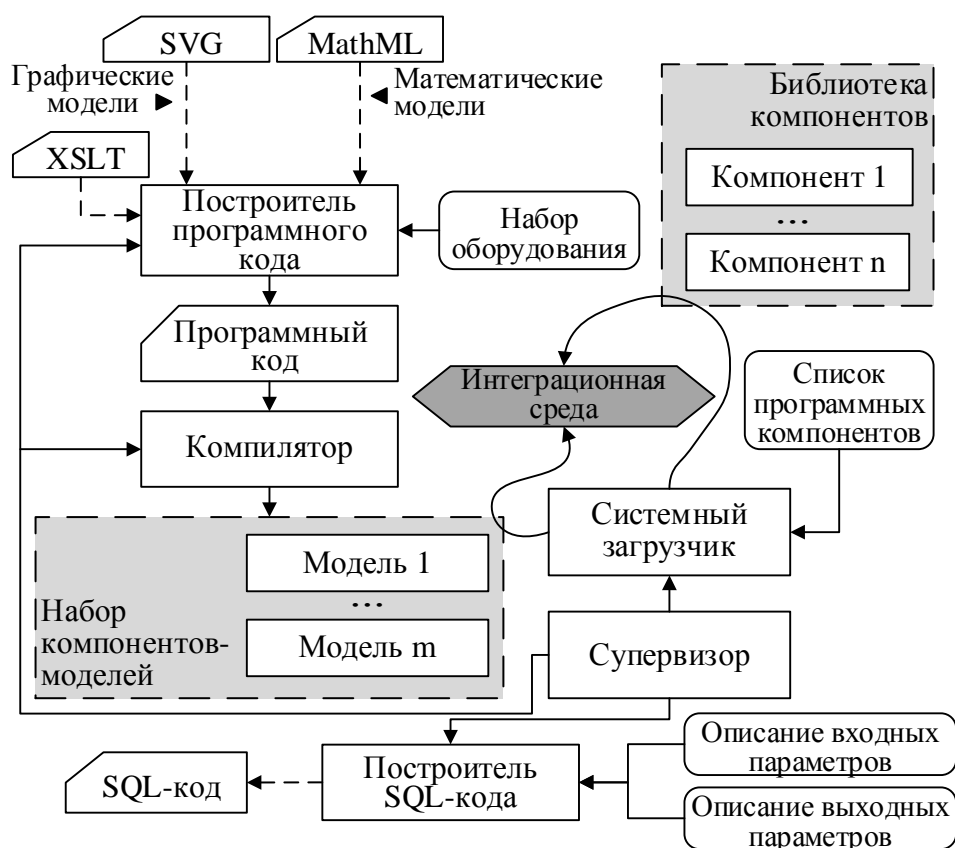


Рисунок 3 – Схема построения программной системы

В рамках этого процесса решаются следующие подзадачи.

1. Преобразование математических и графических моделей элементов ТСС, формализовано описанных в форматах MathML<sup>1</sup> и SVG<sup>2</sup>, в программный код на основе правил, формализованных на языке XSLT<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> <http://www.w3.org/Math/>

<sup>2</sup> <http://www.w3.org/TR/SVG/>

<sup>3</sup> <http://www.w3.org/TR/xslt/>

2. Построение SQL-кода на основе описания входных и выходных параметров.
3. Компиляция программного кода в программные компоненты, реализующие модели элементов ТСС.
4. Загрузка программных компонентов в память. Интеграция этих компонентов в память через стандартизированные интерфейсы, обеспечиваемые паттернами проектирования [14].
5. Формирование структур данных, описывающих используемые программные компоненты.

**Этап 5.** Применение программной системы при решении прикладных задач. В результате выполнения этапов 1–4 создается программная система, представленная на рисунке 4.

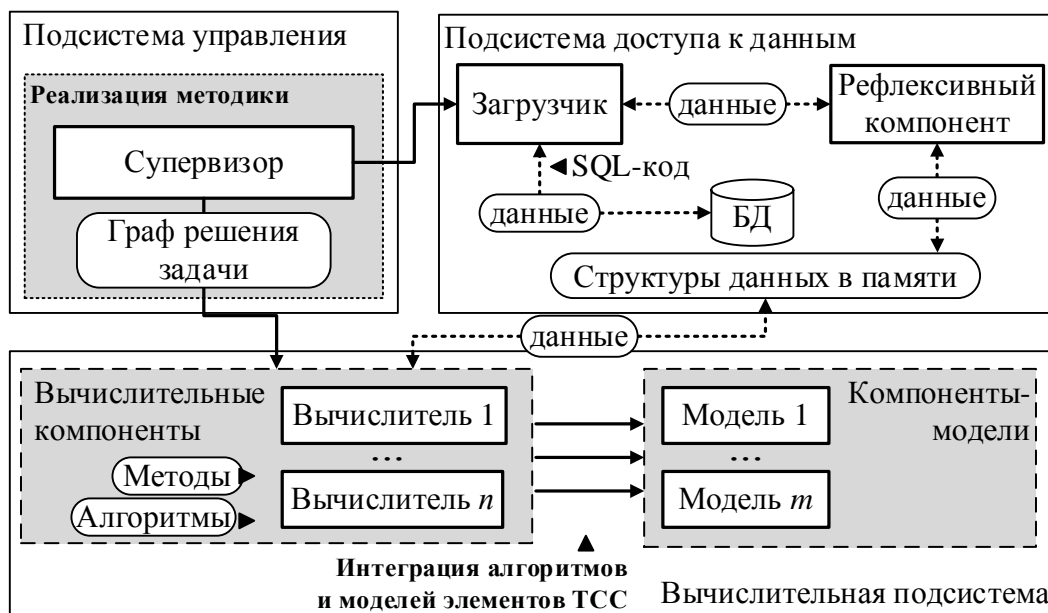


Рисунок 4 – Архитектура программной системы, получаемой в результате автоматического построения

Программная система состоит из трех архитектурных слоев:

- 1) подсистема управления вычислением, которая содержит компонент супервизор, управляющий ходом вычисленного процесса на основе графа решения задачи;
- 2) подсистема доступа к данным, которая обеспечивает обмен информацией между базами данных (БД) и структурами данных локальной памяти при помощи загрузчика данных и рефлексивного компонента;
- 3) вычислительная подсистема, которая решает прикладную задачу путем использования программных компонентов, реализующих методы и модели.

Представленная схема отражает основные положения предложенной авторами расширяемой архитектуры программного обеспечения для решения задач проектирования ТСС.

### 3 Инструментальная платформа

Программная система строится автоматически на основе разработанной инструментальной платформы. В качестве базового языка программирования для реализации инструментальной платформы используется Java. Его выбор обусловлен следующими преимуществами [13-15]:

- поддержка современных технологий программирования, таких как объектно-ориентированное, компонентное и функциональное программирование;
- встроенная поддержка технологий метапрограммирования (рефлексивное программирование, возможность использовать компилятор для динамического создания программных компонентов, технология Java Scripting);
- широкий набор технологий и инструментов для организации распределенных и параллельных вычислений;
- единая универсальная технология доступа к базам данных JDBC (Java Database Connectivity).

Программные компоненты, реализующие методы и алгоритмы, могут быть реализованы на любых языках программирования (С, С++, Fortran и др.). Интеграция этих компонентов осуществляется через стандартизированные интерфейсы, реализуемые за счет применения паттернов проектирования (*англ.* design patterns) [14]. Применение паттернов Command и Adapter обеспечивает универсальный интерфейс доступа к программным компонентам [12].

Структура инструментальной платформы включает следующие составные части:

- библиотеки программных компонентов для разработки программного обеспечения, предназначенного для решения задач оптимального проектирования ТСС;
- супервизор – подсистема управления построением программной системы и решением прикладной задачи;
- подсистема построения модели программной системы;
- подсистема построения программной системы на основе ее модели;
- онтологическая система как единое средство формализованного хранения знаний о теплоснабжающих системах, связанных с ними задачах и программном обеспечении, предназначенном для решения этих задач;
- программное обеспечение для работы с онтологической системой;
- библиотеки математических и графических моделей, описывающих элементы ТСС и набор стандартного оборудования.

*Библиотеки программных компонентов* инструментальной платформы разделены на три группы по функциональному назначению.

1. Библиотека вычислительных компонентов. Набор программных компонентов, содержащих реализации математических методов и алгоритмов для решения задач проектирования ТСС, образует библиотеку вычислительных компонентов инструментальной платформы. Компоненты этой группы разрабатываются для решения задачи многократного использования программных реализаций математических методов и алгоритмов в соответствии с следующим принципом: однажды реализованные компоненты могут многократно использоваться при создании программного обеспечения различного назначения и проведения вычислительных экспериментов при выполнении научных исследований.

2. Библиотека системных компонентов. Системные компоненты обеспечивают решение следующих задач: взаимодействие с базами данных, подготовку и экспертизу данных, формирование графического пользовательского интерфейса.

3. Библиотека управляющих компонентов. Набор программных компонентов, предназначенных для анализа состояния вычислительного процесса и принятия решения по его дальнейшему ходу. Например, эти компоненты проверяют условия сходимости итерационного процесса.

Решение прикладных задач проектирования ТСС требует организации сложного итерационного процесса, формируемого из различных подзадач, поэтому разработанная

архитектура включает специальную подсистему – *супервизор*. Эта подсистема отвечает за выполнение следующих функций:

- вызов программных компонентов, формирующих модель программной системы;
- вызов программных компонентов, отвечающих за автоматическое построение программной системы;
- управление ходом вычислительного процесса при решении прикладной задачи.

*Подсистема построения модели программной системы* на основе компьютерной модели ТСС, описания прикладной задачи и знаний из онтологической системы строит модель программной системы, которая представляет собой совокупность структур данных, содержащих описание создаваемого программного обеспечения.

*Подсистема построения программной системы* автоматически строит программную систему на основе ее модели. Эта подсистема включает программные компоненты, отвечающие за генерацию программного кода и его динамическую компиляцию, загрузку и интеграцию программных компонентов при помощи рефлексивного программирования.

В качестве единого средства для хранения формализованных знаний в рамках предлагаемого методического подхода используется *онтологическая система*. В ней хранятся знания о теплоснабжающих системах, связанных с ними задачах и программном обеспечении, предназначенном для решения этих задач. В качестве средства формализации онтологической системы в рамках предложенного методического подхода выбран язык XML (англ. eXtensible Markup Language – расширяемый язык разметки).

Модель онтологической системы  $S^O$  может быть представлена в следующем виде:

$$S^O = (O^M, O^{\Pi}, \Omega^{MB}),$$

где  $O^M$  – метаонтология;  $O^{\Pi}$  – множество предметных онтологий;  $\Omega^{MB}$  – модель машины вывода.

Множество предметных онтологий  $O^{\Pi}$  описывается выражением

$$O^{\Pi} = \{O^{TCC}, O^3, O^{PO}\},$$

где  $O^{TCC}$  – онтология теплоснабжающей системы (онтология ТСС);  $O^3$  – онтология задач;  $O^{PO}$  – онтология программного обеспечения (онтология ПО).

Метаонтология – это онтология верхнего уровня, которая специфицирует множество предметных онтологий. Она содержит базовые понятия и отношения между ними, которые используются при построении предметных онтологий.

Онтология ТСС содержит описание свойств подсистем тепловой сети, типов и параметров оборудования, иерархии структуры элементов сети, их свойств, связей между элементами, а также классификацию и описание свойств используемых математических моделей (например, замыкающие уравнения, формулы расчета сопротивлений и др.). Фрагмент онтологии ТСС представлен на рисунке 5.

Онтология задач содержит описание прикладных задач и методик их решения, описание алгоритмов верхнего уровня, перечисление параметров, являющихся исходными данными и параметров, получаемых в результате решения задачи.

Онтология ПО предназначена для хранения знаний, необходимых для автоматизации построения и использования программного обеспечения. Эта онтология содержит описание программных компонентов и их свойств, метаданные (входные и выходные параметры, описание форматов данных) и описание технологий и интерфейсов доступа к программным компонентам системы. Она содержит описание групп, на которые разделены компоненты (вычислительные, системные и управляющие). В онтологии хранятся знания о программных компонентах, входящих в каждую группу.

Программное обеспечение для работы с онтологической системой предназначено для просмотра, добавления и редактирования знаний, формализованных в онтологиях. В его состав входит набор программ для работы с онтологической системой.

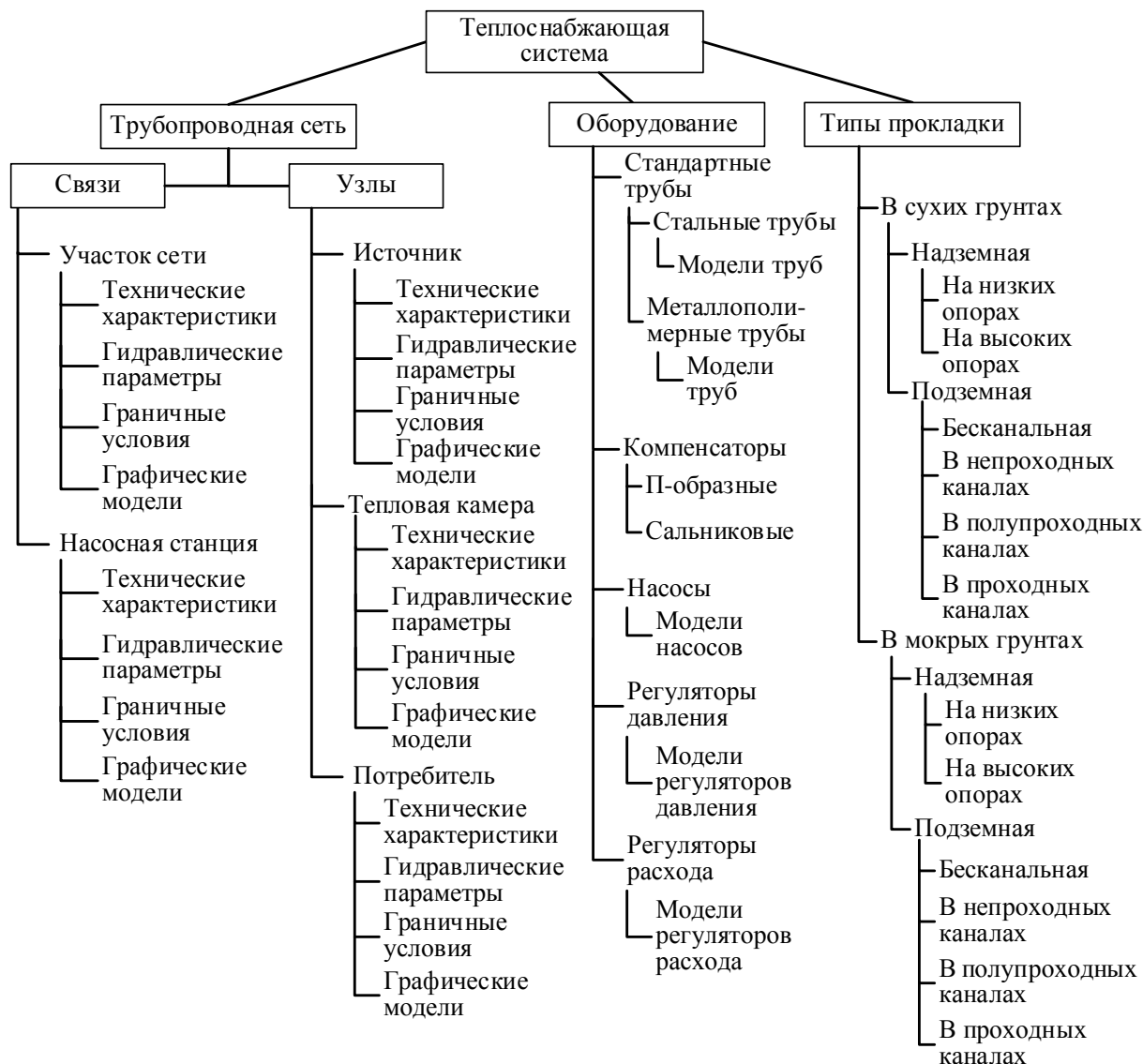


Рисунок 5 – Фрагмент онтологии теплоснабжающей системы

Библиотека математических моделей содержит математическое описание элементов ТСС, для формализованного хранения которых используется язык MathML. Для хранения библиотеки графических моделей используется векторный графический формат SVG. На основе математических и графических моделей при автоматическом построении программного обеспечения создаются программные компоненты-модели, которые используются при проведении математических расчетов и отображении компьютерной модели ТСС во время решения научных и прикладных инженерных задач.



#### **4 Программный комплекс СОСНА**

Предлагаемый авторами методический подход успешно применяется в ИСЭМ СО РАН при разработке программного обеспечения для решения задач проектирования ТСС. На основе этого подхода реализован программный комплекс (ПК) нового поколения СОСНА (Синтез Оптимальных Систем с учетом Надежности) [16], предназначенный для решения сложных инженерных задач оптимизации параметров тепловых сетей, многократно решаемых при проектировании ТСС [1, 2]. ПК СОСНА позволяет определять:

- «узкие места» в системе и способы их устранения;
- способы реконструкции существующих участков;
- диаметры трубопроводов новых участков сети;
- места установки и параметры насосных станций.

ПК СОСНА представляет собой сложную прикладную программную систему, которая автоматически создается в контексте решения прикладной задачи на основе компьютерной модели исследуемой ТСС, формализованного описания решаемой задачи и знаний предметной области, хранение которых организовано в виде онтологической системы. В процессе автоматического построения программной системы используется разработанная авторами инструментальная платформа, которая позволяет за счет применения современных средств метапрограммирования автоматически построить ПК и настроить на решение конкретной задачи. Широкие возможности разработанного методического подхода обеспечили осуществление декомпозиции ПК на отдельные составляющие и их увязку в виде иерархической структуры взаимодействующих друг с другом компонентов. ПК СОСНА разработан в соответствии с архитектурой, представленной на рисунке 4. Применение разработанного методического подхода при реализации ПК СОСНА обеспечило создание открытой программной системы, приспособленной для развития и сопровождения.

Применение онтологий при реализации программного обеспечения позволило получить следующие возможности:

- формализовано хранить и многократно использовать знания о подсистемах ТСС и их свойствах, задачах проектирования ТСС и применяемых при их решении программных компонентах;
- управлять процессом автоматического построения программной системы и настраивать ее на свойства конкретной ТСС и решаемую задачу;
- управлять процессом решения прикладной задачи при помощи изменения соответствующих онтологий;
- создавать модели элементов ТСС и выполнять их интеграцию в программное обеспечение при проведении научных или инженерных расчетов без изменения программного кода.

В ПК СОСНА реализованы эффективные методы оптимизации параметров ТСС, разработанные в ИСЭМ СО РАН в рамках ТГЦ. Для оптимизации разветвленных сетей реализован метод пошаговой оптимизации, разработанный на базе динамического программирования [1]. Для оптимизации кольцевых сетей реализован метод многоконтурной оптимизации (МКО), основанный на последовательном улучшении решений [1]. Важная особенность перечисленных методов состоит в том, что они позволяют полностью учесть особенности используемого дискретного набора оборудования, дискретных состояний системы и сложность математических моделей. В ПК СОСНА авторами реализована новая методика решения задач оптимизации параметров ТСС, основанная на многоуровневой декомпозиции модели тепловой сети.

С помощью ПК СОСНА проводились многовариантные расчеты достаточно сложных ТСС для получения решений по их проектированию, а также выполнялись научные

исследования по проверке работоспособности и оценке эффективности предложенных методов и алгоритмов. С помощью ПК были подготовлены и предложены технические решения по развитию ТСС Центрального и Адмиралтейского районов Санкт-Петербурга, города Братска и поселка Магистральный. На рисунке 6 приведена схема теплоснабжающей системы г. Братска и рекомендованные по результатам расчетов мероприятия по ее реконструкции.

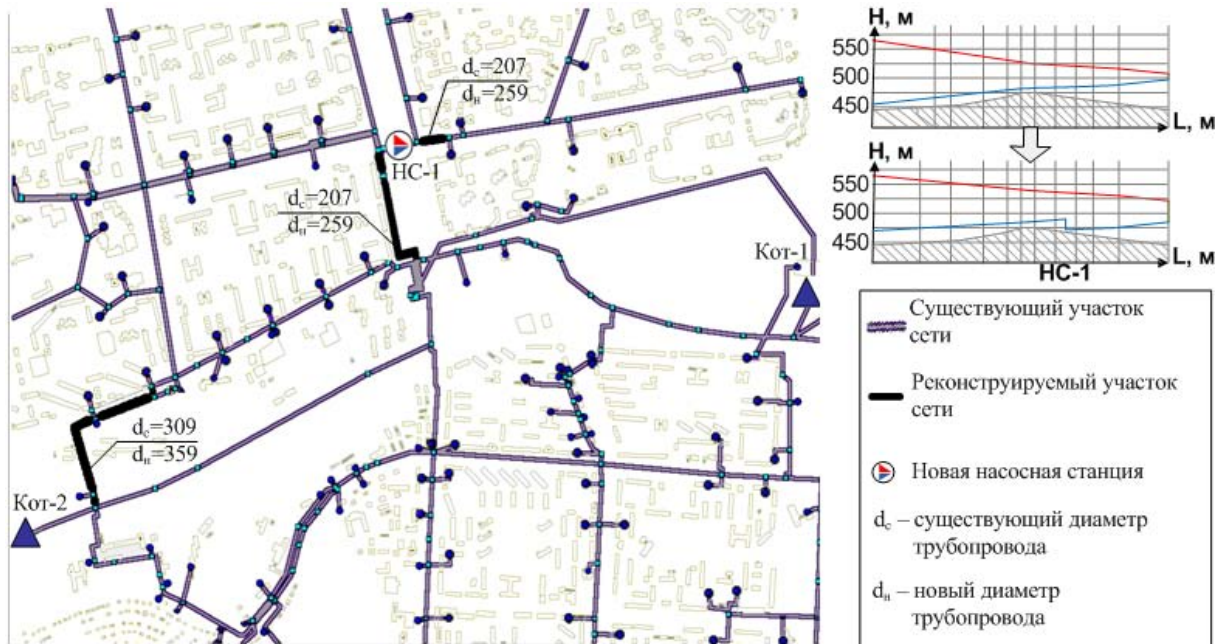


Рисунок 6 – Схема теплоснабжающей системы г. Братска с обозначенными рекомендованными мероприятиями по ее реконструкции

Результаты проведенных расчетов были использованы при подготовке технико-экономических обоснований по оптимальной реконструкции перечисленных выше и других ТСС.

## Заключение

Предложенный методический подход к разработке программного обеспечения, основанный на применении концепции MDE, позволяет автоматически создавать сложные программные системы для решения научных и прикладных задач оптимального проектирования сложных технических систем. На базе этого подхода разработан ПК СОСНА для оптимизации параметров ТСС при решении задач их проектирования. ПК ориентирован на применение в научно-исследовательских, проектных и эксплуатационных организациях, занимающихся вопросами теплоснабжения. Практическое применение разработанного методического и программного обеспечения позволяет получать рекомендации по преобразованию ТСС, повышающие эффективность их работы и качество снабжения потребителей тепловой энергией.

## Благодарности

Исследования выполняются при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 13-07-00297).

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] **Меренков, А.П.** Теория гидравлических цепей / А.П. Меренков, В.Я. Хасилев. – М.: Наука, 1985. – 280 с.
- [2] **Стенников, В.А.** Методы комплексной оптимизации развития теплоснабжающих систем / В.А. Стенников, Е.В. Сеннова, Т.Б. Ощепкова // Энергетика. М.: Изв. РАН, 2006. №3. – С. 44–54.
- [3] **Guarino, N.** Understanding, Building, and Using Ontologies. / N. Guarino // URL: [http://www.academia.edu/516503/Understanding\\_building\\_and\\_using\\_ontologies](http://www.academia.edu/516503/Understanding_building_and_using_ontologies) (Актуально на 12.11.2014).
- [4] **Гаврилова, Т.А.** Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
- [5] Kogalovsky, M.R. Conceptual and ontological modeling in information systems / M.R. Kogalovsky, L.A. Kalinichenko // Programming and Computer Software. – 2009, Vol. 35, No. 5. – P. 241–256.
- [6] **Brambilla, M.** Model Driven Software Engineering in Practice. Synthesis Lectures on Software Engineering #1. / M. Brambilla, J. Cabot, M. Wimmer. – Morgan & Claypool, USA, 2012. – 182 p.
- [7] **Völter, M.** Model-Driven Software Development: Technology, Engineering, Management. / M. Völter, T. Stahl, J. Bettin, A. Haase, S. Helsen. – Wiley, USA, 2006. – 446 p.
- [8] **Bartlett, J.** The art of metaprogramming, Part 1: Introduction to metaprogramming. / J. Bartlett // URL: <http://www.ibm.com/developerworks/library/l-metaprogl/> (Актуально на 22.10.2014).
- [9] **Евгеньев, Г.Б.** Интеллектуальные системы проектирования / Г.Б. Евгеньев. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 334 с.
- [10] **Загорюлько, Ю.А.** Онтологический подход к разработке системы поддержки принятия решений на нефтегазодобывающем предприятии / Ю.А. Загорюлько, Г.Б. Загорюлько // Вестник НГУ, серия «Информационные технологии», Том 10, Выпуск 1. Новосибирск: НГУ, 2012. – С. 121–129.
- [11] **Ворожцова, Т.Н.** Использование онтологий при моделировании программного комплекса / Т.Н. Ворожцова, С.К. Скрипкин // Вычислительные технологии, т.13, ч. I, 2008. – С. 376–381.
- [12] **Стенников, В.А.** Применение метапрограммирования в программном комплексе для решения задач схемно-параметрической оптимизации теплоснабжающих систем / В.А. Стенников, Е.А. Баракhtенко, Д.В. Соколов // Программная инженерия. М.: Новые технологии, 2011. №6. – С. 31–35.
- [13] **Forman, I.** Java Reflection in Action / I. Forman, N. Forman. – Greenwich: Manning Publications Co., 2005. – 273 p.
- [14] **Martin, R.C.** Agile Software Development: Principles, Patterns and Practices / R.C. Martin – Pearson Education, USA. 2002. – 529 p.
- [15] **Gosling, J.** Java Language Specification, Java SE 8 Edition / J. Gosling, B. Joy, G. Steele, G. Bracha, A. Buckley. – Addison-Wesley Professional, USA, 2014. – 792 p.
- [16] **Стенников, В.А.** Применение онтологий при реализации программного комплекса для решения задач оптимального проектирования теплоснабжающих систем / В.А. Стенников, Е.А. Баракhtенко, Д.В. Соколов // Информационные технологии. М.: Новые технологии, 2013. №3. – С. 2–7.

## USAGE OF ONTOLOGIES IN THE IMPLEMENTATION OF THE CONCEPT OF MODEL-DRIVEN ENGINEERING FOR THE DESIGN OF HEAT SUPPLY SYSTEMS

V.A. Stennikov<sup>1</sup>, E.A. Barakhtenko<sup>2</sup>, D.V. Sokolov<sup>3</sup>

*Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (ESI SB RAS), Irkutsk, Russia*

<sup>1</sup>[sva@isem.sei.irk.ru](mailto:sva@isem.sei.irk.ru), <sup>2</sup>[barakhtenko@isem.sei.irk.ru](mailto:barakhtenko@isem.sei.irk.ru), <sup>3</sup>[sokolov\\_dv@isem.sei.irk.ru](mailto:sokolov_dv@isem.sei.irk.ru)

### Abstract

The authors suggest a methodological approach to the creation of software for heat supply system design. The approach is based on the Model-Driven Engineering (MDE) methodology and ontologies. MDE is a software development methodology, which focuses on creating and exploiting domain models. Domain models are abstract representations of knowledge and activities that govern a particular application domain. The methodological approach allow us to automatically create complex software for optimal design of heat supply systems taking into account the peculiarity of application problems and individual conditions of the development of these systems. The developed approach has been

used for the implementation of the software SOSNA intended for solving the problem of heat supply system parameter optimization.

The reported study was supported by Russian Foundation of Basic Research, research project No.13-07-00297.

**Key words:** *Model-Driven Engineering, metaprogramming, ontology, software, component based programming, ontological system, methodological approach, automation of programming, software architecture, software engineering, heat supply system.*

## References

- [1] **Merenkov, A.P.** Teoria gidravlicheskih sistem [The Theory of Hydraulic Circuits] / A.P. Merenkov, V.Ya. Khasilev. – Moscow: Nauka, 1985. – 280 p. (In Russian).
- [2] **Stennikov, V.A.** Metody kompleksnoj optimizacii razvitiya teplosnabzhajushhih sistem [Methods of complex optimization for heat supply system development] / V.A. Stennikov, E.V. Sennova, T.B. Oshchepkova // Jenergetika. Moscow: Izvestija RAN, 2006, No.3. – P.44-54 (In Russian).
- [3] **Guarino, N.** Understanding, Building, and Using Ontologies / N. Guarino // URL: [http://www.academia.edu/516503/Understanding\\_building\\_and\\_using\\_ontologies](http://www.academia.edu/516503/Understanding_building_and_using_ontologies) (Valid on 12.11.2014).
- [4] **Gavrilova, T.A.** Bazy znaniy intellektual'nyh sistem [Knowledge base of intelligent systems] / T.A. Gavrilova, V.F. Horoshevskij. – Saint Petersburg: Piter, 2000. – 384 p. (In Russian).
- [5] **Kogalovsky, M.R.** Conceptual and ontological modeling in information systems / M.R. Kogalovsky, L.A. Kalinichenko // Programming and Computer Software. – 2009, Vol. 35, No. 5. – P. 241–256.
- [6] **Brambilla, M.** Model Driven Software Engineering in Practice. Synthesis Lectures on Software Engineering #1. / M. Brambilla, J. Cabot, M. Wimmer. – Morgan & Claypool, USA, 2012. – 182 p.
- [7] **Völter, M.** Model-Driven Software Development: Technology, Engineering, Management. / M. Völter, T. Stahl, J. Bettin, A. Haase, S. Helsen. – Wiley, USA, 2006. – 446 p.
- [8] **Bartlett, J.** The art of metaprogramming, Part 1: Introduction to metaprogramming. / J. Bartlett // URL: <http://www.ibm.com/developerworks/library/l-metaprog1/> (Valid on 22.10.2014).
- [9] **Evgenev, G.B.** Intellektual'nye sistemy proektirovaniya [Intelligent systems design] / G.B. Evgenev. – Moscow: Izd. MGTU im. N.Je. Bauman, 2009. – 334 p. (In Russian).
- [10] **Zagorulko, Y.A.** Ontologicheskij podhod k razrabotke sistemy podderzhki prinjatija reshenij na neftegazodobyvajushhem predpriyatii [An ontological approach for the development of a decision support system for an oil production enterprise] / Y.A. Zagorulko, G.B. Zagorulko // Vestnik NGU, series «Informacionnye tehnologii», Volume 10, Issue 1. Novosibirsk: NSU, 2012. – P. 121-129. (In Russian).
- [11] **Vorozhcova, T.N.** Ispol'zovanie ontologij pri modelirovanii programmogo kompleksa [The use of ontologies for modeling software system] / T.N. Vorozhcova, S.K. Skripkin // Vychislitelnye tehnologii, Vol.13, part I, 2008. – P. 376-381. (In Russian).
- [12] **Stennikov, V.A.** Primenenie metaprogrammirovaniya v programmnom komplekse dlja reshenija zadach shemno-parametricheskoj optimizacii teplosnabzhajushhih sistem [Metaprogramming in the software for solving the problems of heat supply system schematic and parametric optimization] / V.A. Stennikov, E.A. Barakhtenko, D.V. Sokolov // Programmaya ingeneriya. Moscow: Noveye tehnologii, 2011. No.6. – P.31-35. (In Russian).
- [13] **Forman, I.** Java Reflection in Action / I. Forman, N. Forman. – Greenwich: Manning Publications Co., 2005. – 273 p.
- [14] **Martin, R.C.** Agile Software Development: Principles, Patterns and Practices / R.C. Martin – Pearson Education, USA, 2002. – 529 p.
- [15] **Gosling, J.** Java Language Specification, Java SE 8 Edition / J. Gosling, B. Joy, G. Steele, G. Bracha, A. Buckley. – Addison-Wesley Professional, USA, 2014. – 792 p.
- [16] **Stennikov, V.A.** Primenenie ontologij pri realizacii programmogo kompleksa dlja reshenija zadach optimal'nogo proek-tirovaniya teplosnabzhajushhih sistem [Ontologies application for implementation of the software for solving optimal design problems of heat supply systems] / V.A. Stennikov, E.A. Barakhtenko, D.V. Sokolov // Informacionnye tehnologii. Moscow: Noveye tehnologii, 2013. No.3. P.2-7. (In Russian).

## Сведения об авторах



**Стенников Валерий Алексеевич**, 1954 г. рождения. Доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ. Заместитель директора по науке ИСЭМ СО РАН, Иркутск. Получил степень кандидата технических наук (1985 г.) и доктора технических наук (2002 г.) в ИСЭМ СО РАН. Область научных интересов: методология, математические модели и методы для обоснования развития систем теплоснабжения с учетом надежности и управляемости; основополагающие тенденции и закономерности развития систем теплоэнергетики и теплоснабжения, энергоэффективных технологий и оборудования, развиваемых в России и за рубежом; методы и алгоритмы расчета экономически обоснованных дифференцированных тарифов на тепловую энергию. Стенников В.А. является автором и соавтором более чем 270 научных работ.

**Stennikov Valery Alekseevich** was born in 1954 in Russia, PhD, Professor, Doctor of Science. He is the Deputy director of Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia. Valery Stennikov received his degree of Candidate of Technical Sciences at Energy Systems Institute (Irkutsk) in 1985 and Doctor of Technical Sciences at Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Irkutsk) in 2002. His research interests include: The methodology, mathematical models and methods for a development substantiation heat supply systems taking into account reliability and controllability requirements; basic tendencies and laws of development of heat supply system, power effective technologies and the equipment; energy saving; methods and algorithms of calculation of economically well-founded differentiated tariffs for thermal energy. Professor Stennikov is the author and co-author of more than 270 scientific papers.



**Барахтенко Евгений Алексеевич**, 1982 г. рождения. Окончил Иркутский государственный технический университет в 2005 г. Получил степень кандидата технических наук (2011 г.) в Иркутском государственном техническом университете. Старший научный сотрудник ИСЭМ СО РАН. Область научных интересов: методическое и программное обеспечение для решения проблем оптимального развития и реконструкции трубопроводных систем. Барахтенко Е.А. является автором и соавтором более 30 научных работ.

**Barakhtenko Evgeny Alekseevich** was born in 1982 in Russia. He graduated from Irkutsk State Technical University in 2005. Evgenie Barakhtenko received his degree of Candidate of Technical Sciences at Irkutsk State Technical University, Irkutsk, Russia in 2011. He is Senior Researcher at Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia. His research interests include: methodical bases and software for

solving the problems of optimal development and reconstruction of pipeline systems. Evgenie Barakhtenko is the author and the coauthor of more than 30 scientific papers.



**Соколов Дмитрий Витальевич**, 1984 г. рождения. Получил степень кандидата технических наук (2013 г.) в ИСЭМ СО РАН. Научный сотрудник ИСЭМ СО РАН. Область научных интересов: методическое и программное обеспечение для решения проблем реконструкции теплоснабжения систем, методы оптимизации, разработка быстродействующих алгоритмов и программного обеспечения. Дмитрий Соколов является автором и соавтором более 20 научных работ.

**Sokolov Dmitriy Vitalyevich** was born in 1984 in Irkutsk. He is Researcher at Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia. Dmitriy Sokolov received his degree of Candidate of Technical Sciences at Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences in 2013. Subject of his research is the methodical support and software for solving of problems of heat supply systems reconstruction, optimization methods, development of high-speed algorithms and software. Dmitriy Sokolov is the

co-author of more than 20 scientific papers.

УДК 007.956

## ОНТОЛОГИЯ КАК ОСНОВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

**Т.Н. Ворожцова***Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, Иркутск, Россия**tnn@isem.sei.irk.ru, tnvr@yandex.ru*

### Аннотация

В статье описывается онтология кибербезопасности, разработанная на базе стандартов. В качестве основы был использован международный стандарт ISO/IEC 27032:2012 «Руководящие указания по кибербезопасности», разработанный подкомитетом № 27 (SC 27) по информационной безопасности первого объединенного технического комитета (JTC 1) ISO и IEC. Рассматриваются основные понятия, связанные с проблемой обеспечения кибербезопасности и их взаимосвязи. Исследуется возможность проектирования базовой структуры интеллектуальной системы обеспечения кибербезопасности объектов энергетики на основе формализованного представления этих понятий и связей.

**Ключевые слова:** кибербезопасность, онтология, информационная безопасность, интеллектуальная система, формализация знаний.

### Введение

В Институте систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения РАН (ИСЭМ СО РАН) в связи с разработкой новой технологической платформы ЕЭС России – интеллектуальной энергосистемы с активно-адаптивной сетью (ИЭС ААС) все большее внимание уделяется вопросам обеспечения кибербезопасности энергетических объектов и систем, которые относятся к наиболее важным объектам критической инфраструктуры [1, 2].

В связи с неограниченным ростом количества разнообразных компьютерных устройств, использующихся в управлении сложными техническими системами, все острее проявляется проблема не только защиты данных и информации, но и обеспечения безопасности людей и объектов, таких как объекты энергетики, энергетические магистральные сети и т.п. Появились такие понятия как кибератаки, кибертерроризм, кибервойна.

В статье рассматривается попытка разработки онтологии, описывающей основные понятия и их взаимосвязи, имеющие отношение к проблеме кибербезопасности в системах энергетики.

### 1 Онтология как средство формализации знаний при разработке интеллектуальных систем

Обеспечение кибербезопасности объектов энергетики предполагает совокупность технологий, процессов, методов защиты компьютерного оборудования, информации, программ, услуг, сетей от непреднамеренного или несанкционированного доступа, изменения и разрушения, в том числе от незапланированных событий и стихийных бедствий. Решение такой сложной задачи невозможно без использования современных средств интеллектуализации информационных технологий, которые должны не просто обеспечить

быструю обработку большого количества данных, но и выполнять оценку состояния окружающей среды, в которой работает техническая система.

Проектируемая интеллектуальная система (ИС) обеспечения кибербезопасности (ИСОК) должна решать такие задачи, как накопление и анализ поступающих данных; мониторинг данных – их интерпретация в реальном масштабе времени; диагностика работы компьютерных систем управления и выявление отклонений от нормального режима работы; прогнозирование последствий некоторых событий; поддержка принятия решений в виде своевременного предоставления необходимой информации и рекомендаций.

Онтология является средством, обеспечивающим концептуальный уровень представления знаний, необходимых при разработке данной ИС. В частности использование онтологии дает возможность сформировать структуру ИС, описать набор компонентов и их взаимосвязей, сформировать список решаемых задач с привязкой к данным и программным компонентам, а также обеспечить гибкий интерфейс с учетом потребностей конкретного пользователя.

## 2 Терминология по кибербезопасности

Основная терминология, связанная с проблемой кибербезопасности, описана в стандарте ISO/IEC 27032:2012, разработанном подкомитетом № 27 (SC 27) по информационной безопасности первого объединенного технического комитета (JTC 1) ISO и IEC – «Информационные технологии. Методы обеспечения безопасности. Руководящие указания по кибербезопасности» [3, 4]. Данный стандарт предназначен для объединения усилий разных заинтересованных сторон, взаимодействующих в среде Интернет. Обязательным для применения вместе с указанным стандартом является стандарт ISO/IEC 27000 «Информационные технологии. Методы обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Общий обзор и терминология».

Стандарт по кибербезопасности рассматривает понятие кибербезопасности с точки зрения его отличий по отношению к безопасности информационных систем и сетей, информационной безопасности и безопасности Интернет. В связи с этим, дополнительно используются термины и определения, описанные в ГОСТ Р 53114-2008 «Обеспечение информационной безопасности в организации» и ГОСТ Р 50922-2006 «Защита информации. Основные термины и определения» [5, 6].

**Кибербезопасность** означает обеспечение конфиденциальности, целостности и доступности информации в киберпространстве, а также ее подлинности, наблюдаемости, достоверности. В соответствии с указанным стандартом, кибербезопасность опирается на информационную безопасность, безопасность приложений, сетевую безопасность и безопасность Интернет.

**«Киберпространство** представляет собой некую сложную сущность, которая существует объективно и проявляется во взаимодействии людей, программного обеспечения и сервисов Интернет. Существование киберпространства поддерживается физическими сетями связи, распределенными по всему миру, оборудованием и информационно-коммуникационными технологиями» [7].

Кроме определения этих понятий, стандарт по кибербезопасности отражает взаимосвязи между следующими основными понятиями:

- **Стейкхолдеры** – причастная или заинтересованная сторона, персона или организация, которая может воздействовать на деятельность или принятие решений. Согласно стандарту все стейкхолдеры в киберпространстве делятся на потребителей,

пользующихся услугами, доступными в киберпространстве, и провайдеров, обеспечивающих доступ в киберпространство или являющихся поставщиками услуг виртуального мира. Стейкхолдерами в энергетике являются собственники предприятий, инвесторы, партнеры и конкуренты, общественные организации и органы власти, а также клиенты и сотрудники предприятий. На стейкхолдерах лежит основная ответственность за обеспечение безопасности активов, для которых они представляют ценность.

- **Активы** в киберпространстве как ресурсы, ценные для личности, организации или государства могут быть материальными и нематериальными. К материальным активам относятся имущество предприятия, здания, оборудование, машины, запасы сырья. Нематериальными активами являются доступ к услугам или предоставление услуг, владение патентами или важной информацией, квалификация, опыт, репутация сотрудников. Кроме этого, существуют виртуальные активы, например, виртуальная валюта. Обеспечение кибербезопасности означает защиту активов от киберугроз.
- **Угрозы** в стандарте по кибербезопасности означают потенциально нежелательные воздействия, в результате которых может быть причинен вред системе, личности или организации. Угрозы рассматриваются в их привязке к активам и делятся на:
  - угрозы персональным активам (раскрытие персональных данных, несанкционированное использование оборудования пользователя, угроза виртуальным активам);
  - угрозы активам организации (искажение финансовых данных, доступ к секретной информации, негативное информационное воздействие через сайт организации).
- **Нарушители и агенты угроз** – это отдельные индивидуумы либо их группы, которые играют определенные роли в осуществлении нападения или в его поддержании.. Угрозы кибербезопасности, как правило, ассоциируются с определенными активами. Решающее значение в оценивании рисков и создании соответствующих систем реагирования имеет понимание намерений (развлечения или шпионаж) и мотивов нарушителей и агентов угроз, которые могут быть, например, политическими или экономическими, а также их возможностей – осведомленности, степени доступа, размеров финансирования и т.п.
- **Риски.** Одним из распространенных понятий, связанных с кибербезопасностью, является "риск", как наиболее распространенная оценка степени опасности, вероятности причинения вреда или потерь того или иного вида. С другой стороны, понятие риска обусловлено наличием неопределенности результата деятельности как субъекта, так и объекта кибербезопасности. Риски кибербезопасности представляют некий сложный комплекс, который зависит еще и от типов взаимосвязей: «бизнес-бизнес», «предприятие–потребитель» или «потребитель–потребитель».
- **Уязвимость** – это слабое звено в составе актива или системы управления, через которое может быть реализована угроза. В соответствии с ГОСТ Р 53114-2008 уязвимость определяется как внутреннее свойство объекта, создающее восприимчивость к воздействию источника риска, которое может привести к какому-либо последствию. Наличие уязвимостей позволяет внедряться в коды приложений и выполнять непредусмотренные или несанкционированные действия, нарушая их работу, целостность систем или данных. В системах управления техническими объектами важно знать, в первую очередь, уязвимости информационных систем.
- **Меры кибербезопасности.** Стандарт ISO/IEC 27032:2012 рассматривает следующие ключевые меры кибербезопасности:
  - на уровне защиты приложений меры кибербезопасности включают в себя, например, использование безопасных механизмов повышения эффективности



- сессий в веб-приложениях, проверку правильности вводимых и получаемых данных для предотвращения атак, использование безопасных сценариев, предотвращающих возможность распространения атак, проверку подлинности свидетельств сервиса и др.
- на уровне защиты серверов от несанкционированного доступа стандарт предлагает такие меры, как:
    - конфигурирование серверов и операционных систем с возможностью обеспечения аудита событий безопасности и других системных нарушений;
    - внедрение системы мониторинга и развертывания обновлений безопасности и обновлений безопасности;
    - использование на серверах антивирусных программ;
    - регулярное тестирование всего существующего и загруженного контента антивирусными сервисами;
    - регулярное тестирование уязвимости сайтов и приложений для оценки степени адекватности используемых механизмов безопасности;
    - проявление активного внимания к любым рискам, угрозам, опасностям и отклонениям в нормальном функционировании систем.
  - на уровне защиты конечных пользователей меры кибербезопасности включают:
    - использование операционных систем и новейших версий прикладного программного обеспечения с установленными обновлениями системы безопасности;
    - использование антивирусных сервисов;
    - включение блокираторов для контроля выполнения на локальном компьютере скриптов, полученных исключительно из источников, заслуживающих доверия;
    - использование фишинг-фильтров;
    - использование брандмауэров и систем обнаружения вторжений (IDS);
    - использование автоматического обновления, гарантирующего системную установку новейших пакетов безопасности.
  - в отношении атак социального инжиниринга основными аспектами кибербезопасности являются организационно-распорядительные, включающие, например, разработку основных правил работы с информацией и формирование политики безопасности; функционально-когнитивные, такие как категорирование информации, подготовка и тестирование сотрудников; технологические меры – использование механизмов аутентификации пользователей и сертификации используемых сервисов.

### 3 Некоторые аспекты кибербезопасности объектов энергетики

Для формирования онтологии кибербезопасности используем некоторые методологические аспекты исследования проблемы безопасности, рассмотренные в работах Атаманова Г.А. [8, 9].

По отношению к таким сложным техническим системам, как объекты энергетики, понятия «киберопасность»/«кибербезопасность» рассматриваются как некоторое сочетание условий, определенная «ситуация», характеризующая положение и взаимодействие этого объекта с окружающей средой, которое субъект считает соответственно опасной или безопасной. Окружающей средой в данном случае является киберпространство, а субъектом

– управляющая данным техническим объектом структура того или иного уровня, от персонального до государственного.

Понятие «безопасность», в том числе и «кибербезопасность» имеет непосредственное отношение к объекту безопасности. Объект энергетики является очень сложной системой и его кибербезопасность может быть обеспечена при условии, что обеспечена безопасность всех его элементов, которые имеют контакты с киберпространством. Поэтому выявление таких структурных элементов при проектировании системы обеспечения кибербезопасности является необходимым исходным условием.

В соответствии с рассматриваемым в данной работе стандартом, объектами защиты являются так называемые активы, материальные и нематериальные. Обеспечение кибербезопасности зависит от их видов. Вторым важным этапом является изучение активов, требующих защиты, их классификация, ранжирование, выявление уязвимостей и возможных угроз.

Заинтересованные в защите этих активов участники или стейкхолдеры являются субъектами кибербезопасности, которые, с одной стороны, должны оценивать и обеспечивать кибербезопасность активов, но, с другой стороны, могут рассматриваться как объекты кибербезопасности, а в некоторых случаях могут быть и источниками угроз или нарушителями.

При рассмотрении понятия «кибербезопасность» необходимо исследовать возможные киберопасности или угрозы. Как уже было отмечено, по стандарту угрозы рассматриваются в их привязке к активам. В современных условиях информационных и кибервойн количество угроз и их разновидностей постоянно растет. Киберопасности или киберугрозы при современном уровне компьютеризации технических объектов существуют всегда, хотя они могут и не проявляться до некоторого момента. Даже при самых надежных средствах защиты кибербезопасность может быть только относительной, гарантированной с некоторой вероятностью. Поэтому необходимой компонентой ИС киберзащиты должна быть система мониторинга, накапливающая знания не только о выявленных и предотвращенных угрозах, но и потенциальных.

При оценке ситуации, характеризующей степень киберопасности или кибербезопасности объекта энергетики, необходимо учитывать некоторую совокупность факторов, текущую ситуацию, описывающую взаимодействие объекта с элементами киберпространства, для этого выполнить анализ:

- объекта, его структурных элементов и их ранжирование с точки зрения уязвимости и способности сохранять основные свойства и характеристики для выполнения своих функций и работоспособности;
- внешних воздействий (состояния внешней среды) – вероятность реализации киберугроз и размеров вреда, который может быть причинен;
- целей, интересов, возможностей всех взаимодействующих в киберпространстве сторон.

Безопасным считается такое состояние объекта, при котором кибератаки успешно блокируются системой защиты; реализованные кибератаки не достигают своей цели; в случае преодоления системы защиты, причиненный вред незначителен, не представляет опасности для структуры объекта и его функциональности.

#### **4 Онтология кибербезопасности**

Основой для построения онтологии кибербезопасности является схема, отражающая взаимосвязи основных понятий безопасности, приведенная в международном стандарте по кибербезопасности. Сформированная на этой основе онтология отражает только понятия,

описанные в данном стандарте, и лишь частично детализирует разные аспекты, которые требуется учитывать при проектировании системы обеспечения кибербезопасности объектов энергетики. Как видно из рисунка 1, для обеспечения кибербезопасности необходимо учитывать множество разнообразных факторов, отражающих особенности всех заинтересованных участников, их ресурсов, возможных угроз и принимать соответствующие меры защиты от киберопасностей.

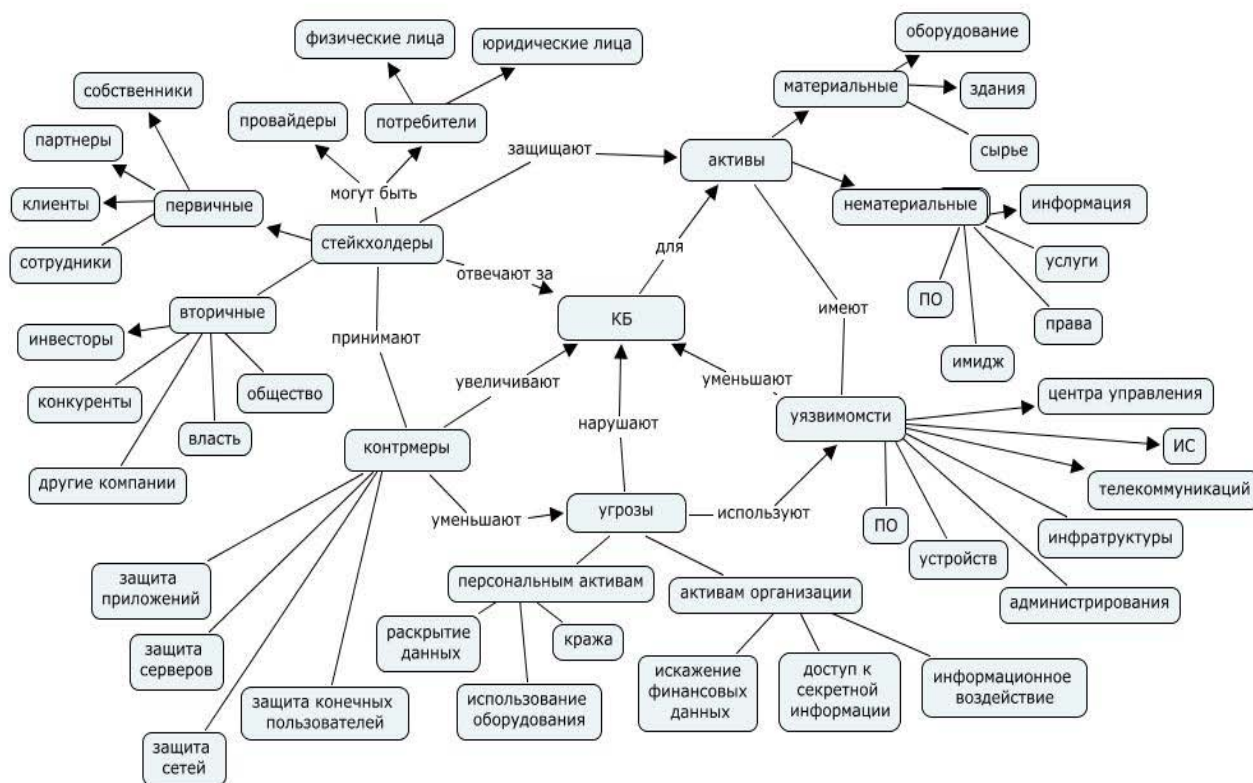


Рисунок 1 - Онтология кибербезопасности

Представленная онтология отражает только один из начальных этапов рассмотрения проблемы кибербезопасности, так как не затрагивает такие сферы, как информационная безопасность, безопасность приложений, сетей, информационных систем и другие. Для более глубокого исследования кибербезопасности систем и объектов энергетики необходима дальнейшая детализация рассмотренных понятий в их привязке к особенностям конкретных информационных систем и систем управления энергетическими объектами.

## 5 Основные функции системы обеспечения кибербезопасности

На основе сформированной онтологии можно спроектировать базовый прототип системы обеспечения кибербезопасности, отражающий ее основные задачи, компоненты и функции. При проектировании ИС обеспечения кибербезопасности необходимо решить несколько задач.

- Определиться с объектами защиты (активами), выявить элементы, сферы деятельности объекта, уровни управления, на которые может быть направлено воздействие.
- Сформировать источники угроз – субъекты, объекты, внутренние, внешние, естественные, искусственные, проанализировав цели и возможности всех заинтересованных участников (стейкхолдеров).

- Выполнить анализ возможных средств и методов реализации угроз, ранжировать угрозы по степени опасности (с учетом вероятности их реализации и размеров возможно причиненного ущерба).
- Предусмотреть мероприятия по противодействию угрозам (контрмеры).
- Выполнить мониторинг уязвимостей всех активов.

По аналогии с системами кибербезопасности органов военного и государственного управления [10] проектируемая ИС должна выполнять следующие функции:

- мониторинга киберпространства для обнаружения кибератак и возникновения киберугроз;
- комплексной защиты информации от несанкционированного доступа;
- противодействия кибератакам.

Мониторинг киберпространства подразумевает систематический сбор информации о возможных угрозах кибербезопасности, их источниках, времени, содержании, выявлении признаков и фактов атак, ведение базы данных с каталогом потенциальных угроз и признаков кибервоздействий на информационные ресурсы.

Комплексная система защиты информации включает контроль технических каналов связи, средства обнаружения компьютерных атак, контроль управления доступом и другие организационные и программно-технические меры.

Противодействие включает планирование и ведение упреждающих действий, активное воздействие на процесс атаки, парирование атак. Противодействие внешним угрозам может осуществляться уклонением от нападения, блокированием угроз, вплоть до уничтожения их источника; внутренним угрозам – профилактикой, локализацией источника, системой контроля и управления доступом.

При этом необходимо учитывать фактор постоянных изменений, происходящих в окружающем киберпространстве – возникновение новых киберугроз и кибератак, выявление уязвимостей и их появление, изменения в активах, подлежащих защите, цели и возможности стейкхолдеров, разработку новых средств защиты и др.

## **Заключение**

Системы и объекты энергетики относятся к объектам критической инфраструктуры. Обеспечение их кибербезопасности невозможно без постоянного мониторинга ситуации с точки зрения возникновения угроз, выявления уязвимостей, принятия мер защиты. Невозможно обеспечить абсолютную кибербезопасность, но необходимо стремиться к достижению киберустойчивости системы.

Для оценки ситуаций, эффективного управления, принятия оперативных и стратегических решений необходимы все более развитые ИС, базирующиеся на использовании формализованных знаний соответствующей предметной области, которые и могут предоставить онтологии. Применительно к объектам энергетики разработка системы обеспечения кибербезопасности требует скоординированных усилий во всех областях компьютерных систем – прикладной, информационной, сетевой, технической, образовательной и научной.

## **Благодарности**

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 13-07000140 «Методология создания и интеграции интеллектуальных, агентных и облачных вычислений в Smart Grid (умных энергетических системах)» и гранта Программы Президиума РАН (229)

«Методы и инструментальные средства поддержки принятия решений в исследованиях и обеспечении энергетической безопасности на основе интеллектуальных вычислений».

### Список источников

- [1] *Воропай, Н.И.* Интеллектуальные электроэнергетические системы: концепция, состояние, перспективы // Автоматизация и ИТ в энергетике. – №3. – 2011. – С. 11-16
- [2] *Массель, Л.В.* Проблемы создания Smart Grid в России с позиций информационных технологий и кибербезопасности / Труды Всероссийского семинара с международным участием «Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики»: Вып.64. Надежность систем энергетики: достижения, проблемы, перспективы.- Иркутск: ИСЭМ СО РАН.- 2014.- С. 171-181
- [3] ISO/IEC 27032:2012. Information technology. Security techniques. Guidelines for cybersecurity.
- [4] *Марков А.С., Цирлов В.Л.* Руководящие указания по кибербезопасности в контексте ISO/IEC 27032. / Вопросы кибербезопасности. № 1, 2014
- [5] ГОСТ 53114-2008. Обеспечение информационной безопасности организации. Основные термины и определения. <http://www.pqm-online.com/standards> (актуально на 15.10.2014).
- [6] ГОСТ 50922-2006 Защита информации. Основные термины и определения. <http://gostexpert.ru/gost/gost-50922-2006> (актуально 15.10.2014).
- [7] *Мохор В.В., Бозданов А.М., Килевой А.С.* Наставления по кибербезопасности (ISO/IEC 27032:2012) / Изложение стандарта ISO/IEC 27032:2012 «Информационные технологии. – Методы обеспечения безопасности. – Наставления по кибербезопасности».
- [8] *Атаманов, Г.А.* Методология безопасности. Материалы и публикации о безопасности / <http://www.naukaxxi.ru/materials>. (актуально на 15.10.2014).
- [9] *Атаманов, Г.А.* Диалектика безопасности. / "Национальная безопасность России в перспективах современного развития", Саратов: ООО Изд-во «Научная книга», 2005. - С. 21–27.
- [10] *Бородакий Ю.В., Добродеев А.Ю., Бутусов И.В.* Кибербезопасность как основной фактор национальной и международной безопасности XXI века. / Вопросы кибербезопасности № 1(2) 2014. С. 5-12

## ONTOLOGY AS THE BASIS FOR THE DEVELOPMENT OF INTELLIGENT CYBERSECURITY SYSTEMS

**T.N. Vorozhtsova**

*Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (ESI SB RAS),  
Irkutsk, Russia*

*tmn@isem.sei.irk.ru, tnvr@yandex.ru*

### Abstract

This article describes the ontology cybersecurity developed on the basis of standards. The international standard ISO/IEC 27032:2012 «Information technology. Security techniques. Guidelines for cybersecurity» was used as a basis. The article discusses basic concepts related to the issue of cybersecurity and their relationship. The possibility of designing the basic structure of intelligent systems cybersecurity of energy facilities on the basis of formalized representation of these concepts and relationships is investigated.

**Key words:** *cyber security, ontology, information security, intelligent system, knowledge formalization*

### References

- [1] *Voropai N.I.* Intellektualnye elektroenergeticheskiye sistemy: kontseptciya, sostoianiye, perspektivy [Intelligent power system: concept, status, prospects] // Avtomatizhtciya i IT v energetike. (Automation and IT in energy sector). – №3. – 2011. – P. 11-16. (In Russian).
- [2] *Massel L.V.* Problemy sozdaniya Smart Grid v Rossii s pozitci informatcionnikh tekhnologi i kiberbezopasnosti [Problems of creation of the Smart Grid in Russia from a position of information technology and cybersecurity] //

- Proceedings of all-Russian seminar with international participation «Methodological research questions the reliability of large energy systems»: V. 64. Reliability of energy systems: achievements, problems, prospects. - Irkutsk: ESI SB RAS. - 2014. - P. 171-18. (In Russian).
- [3] ISO/IEC 27032:2012. Information technology. Security techniques. Guidelines for cybersecurity.
- [4] **Markov A.S., Tcirlov V.L.** Rukovodiashie ukazaniya po kiberbezopasnosti v kontekste ISO/IEC 27032 [Guidance on cybersecurity in the context of ISO/IEC 27032]. / Voprosy kiberbezopasnosti (The cybersecurity). № 1, 2014 (In Russian).
- [5] GOST 53114-2008. Obespechenie informatcionnoi bezopasnosti organizatsii [The information security organization]. Basic terms and definitions. <http://www.pqm-online.com/standards>. (In Russian).
- [6] GOST 50922-2006. Informatcionnaya bezopasnost [The information security]. Basic terms and definitions. <http://gostexpert.ru/gost/gost-50922-2006>. (In Russian).
- [7] **Mokhor V.V., Bogdanov A.M., Kilevoi A.S.** Nastavleniya po kiberbezopasnosti. Izloshenie standarta [Guidance on cybersecurity. Standard ISO/IEC 27032:2012] / ISO/IEC 27032:2012. (In Russian).
- [8] **Atamanov G.A.** Metodologiya bezopasnosti. Matherialy i publikatsii o bezopasnosti [Methodology security. Materials and publications on the security] / <http://www.naukaxi.ru/materials>. (In Russian).
- [9] **Atamanov G.A.** Dialectika bezopasnosti [Dialectics of security]. / "Natsionalnaiya bezopasnost Rossii v perspektivakh sovremennogo razvitiya", Saratov, Publishing house "Science Book", 2005. – p.21-27. (In Russian).
- [10] **Borodakii U.V., Dobrodeev A.U., Butusov I.V.** Kiberbezopasnost kak osnovnoi faktor nasionalnoi i mezhdunarodnoi bezopasnosti XXI veka. / Voprosy kiberbezopasnosti [The cybersecurity] № 1(2) 2014. С. 5-12. (In Russian).

### Сведения об авторах



**Ворожцова Татьяна Николаевна**, 1952 г. рождения. Окончила Иркутский институт народного хозяйства (ИИНХ, ныне Байкальский государственный университет экономики и права – БГУЭП) в 1975 г., к.т.н. (2008). Ведущий инженер лаборатории информационных технологий в энергетике Института систем энергетики им Л.А.Мелентьева. В списке научных трудов более 30 работ в области автоматизации научных исследований, проектирования и программирования.

**Vorozhtsova Tatyana Nikolayevna** (b.1952) graduated from the Irkutsk Institute of National Economy in 1975, PhD (2008). She is a leading engineer of laboratory of information technologies in the energy sector of the Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch

of the Russian Academy of Sciences. She is co-author more 30 scientific articles and abstracts in the field of automation of scientific research, design, and programming.

УДК 004.[415.26:822:896]

## ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЙ В СЕМАНТИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

**А.Н. Копайгородский**

*Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук,  
Иркутск, Россия  
digger@istu.edu*

### Аннотация

В работе рассмотрены проблемы проектирования и реализации информационных систем и предлагается подход к разработке семантических информационных систем. Одной из главных проблем при создании информационных систем является изменение требований к ней уже после ее проектирования и реализации. Предложено ввести в архитектуру информационных систем некоторую «вариативную часть», которая определяет специфику предметной области, методов и задач. Эта часть может быть представлена в виде семантической сети или онтологии. Интерпретация онтологии позволяет выполнять конфигурирование информационной системы статически или динамически. Настройке могут подвергаться поведение, интерфейсы, модели данных или правила взаимодействия с другими смежными системами. Таким образом, семантические информационные системы обладают новыми свойствами и гибкостью поведения. Изложенные идеи были реализованы на практике и хорошо себя зарекомендовали. Рассмотрен методический подход, позволяющий быстро и легко разрабатывать семантические информационные системы, основанные на Репозитории ИТ-инфраструктуры исследований энергетики. Репозиторий может настраиваться on-line на представление и обработку информации в соответствии с онтологиями.

*Ключевые слова: семантические информационные системы, онтологии, статическое и динамическое конфигурирование информационных систем, поддержка научных исследований.*

### Введение

В условиях развития современного общества информационные системы сопровождают нас повсюду, очень трудно найти сферу человеческой жизнедеятельности, в которой они не используются. Научные достижения последних лет в областях представления и управления знаниями, искусственного интеллекта активно используются в информационных системах, значительно расширяя круг пользователей и делая их интуитивно понятными. Под информационной системой понимается совокупность информации, содержащейся в базах данных, и информационных технологий и технических средств, обеспечивающих ее обработку [1]. Основной задачей информационных систем является удовлетворение конкретных информационных потребностей в рамках определенной предметной области. Для эффективного управления, обработки и использования информации требуется применение современных информационных технологий, методов и средств, которые позволяют преодолеть экспоненциальный рост объемов представленной в корпоративных базах данных информации. Отличительной особенностью семантических информационных систем является возможность обработки (изменение формы представления, поиск и др.) семантической информации (выраженной знаками сведений о выделенных сторонах объектов) [2].

Процессы проектирования, реализации и внедрения информационных систем являются продолжительными по времени и затратными по используемым ресурсам, поэтому в последние годы активно развиваются различные подходы, позволяющие минимизировать риски

создания систем с завышенным бюджетом, с недостаточной функциональностью или не в установленные сроки.

## 1 Семантические технологии и информационные системы

Семантические технологии достаточно давно применяются при проектировании и реализации информационных систем, они нашли свое отражение в различных подходах и методиках. Семантика – это раздел лингвистики, устанавливающий отношения между символами и объектами, которые они обозначают. Другими словами, под семантикой понимают науку, определяющую смысл знаков [3]. Семантической сетью обычно называют «смысловую сеть», представленную в виде ориентированного графа, вершинами которого являются объекты предметной области, а дугами – отношения между ними. Объектами такой сети могут быть понятия, события, свойства, процессы и др. Семантическая сеть является информационной моделью, которая представляет знания определенной предметной области. В общем случае количество типов отношений между объектами в семантической сети достаточно большое и может стремиться к бесконечности, однако авторы, руководствуясь конкретными целями создания сетей, сознательно их ограничивают. Чаще всего в семантических сетях используются следующие классы отношений [4]:

- связи «часть – целое» / «is – a» (например, «элемент – класс»);
- функциональные связи (определяются глаголами «производит», «влияет» и т.д.);
- количественные отношения («больше», «меньше», «равно» и т.д.);
- пространственные отношения («далеко от», «близко от» и т.д.);
- временные отношения («раньше», «позже», «в течение» и т.д.);
- атрибутивные связи («имеет свойство», «имеет значение» и т.д.);
- логические связи (И, ИЛИ, НЕ);
- лингвистические связи.

В методических подходах, связанных с проектированием информационных систем, используются семантические сети, построенные по определенным правилам. Эти правила выражаются в строгом использовании графических элементов и построении связей между ними. Примерами таких подходов являются UML и IDEF: в методологии IDEF1x описывается моделирование данных на основе модели «сущность–связь», определены правила для описания сущностей, атрибутов и отношений.

В процессе проектирования информационных систем их авторы строят модели для улучшения понимания предметной области и уменьшения вероятности возникновения ошибок на различных этапах реализации системы. Моделирование позволяет решить четыре класса различных задач:

- 1) визуализировать систему в ее текущем или желательном состоянии;
- 2) определить структуру или поведение создаваемой системы;
- 3) получить шаблон, позволяющий затем сконструировать систему;
- 4) документировать принимаемые решения на разных этапах, используя полученные модели.

Достаточно часто при разработке, особенно простых проектов, этап моделирования отсутствует, хотя неформальные методы моделирования, такие как рисование квадратиков на доске или бумаге, разработчики всё же применяют. Правильно построенные модели позволяют разрешить множество потенциальных проблем в будущей информационной системе еще до написания ее первых строк кода. Модели, построенные на этапе проектирования, часто имеют большую ценность, чем конкретная реализация: создание моделей сложной системы может потребовать много месяцев обследования и анализа предметной области, консуль-



таций с экспертами и обработки тысяч страниц документации. После их построения они могут быть воплощены в виде программного продукта на каком-либо языке программирования. Если понадобится реализовать этот продукт, например, в виде Web-сервиса или выполнить его модернизацию, то построенные ранее модели позволят значительно сэкономить время и упростить реализацию новой системы.

В последние годы ведутся активные исследования по развитию модельно-ориентированного подхода к разработке программного обеспечения (MDA – Model Driven Architecture) с использованием онтологического подхода (ODSE – Ontology-Driven Software Engineering). В научном сообществе не сложилось единого мнения по применению термина ODSE, данное понятие объединяет различные методы применения онтологий в процессе разработки программного обеспечения. Усилиями международных консорциумов W3C и OMG создан ряд спецификаций, открывающий путь к использованию онтологий в процессе разработки программного обеспечения.

В работе Т.А. Гавриловой и В.Ф. Хорошевского [5] онтология формально определена как  $O = \langle C, R, F \rangle$ , где

$C$  – конечное множество концептов (понятий) предметной области,

$R$  – конечное множество отношений между концептами,

$F$  – конечное множество функций интерпретации, заданных на концептах и/или отношениях.

Онтологии используют предопределенный зарезервированный словарь терминов для определения концептов отношений между ними для конкретной предметной области. С помощью онтологий можно автоматизировать обработку семантики данных с целью ее эффективного использования (представления, преобразования, поиска). Соответствующий принцип обработки данных базируется на представлении описания предметной области как базы знаний, содержащей понятия и взаимосвязи, и ориентирован, в первую очередь, не на осмысление информации человеком, а на автоматизированную интерпретацию и обработку информации. Применение онтологий в информационных системах позволяет отразить реальную картину мира в виде понятий, отношений и выполнять различную интерпретацию [6, 7].

## 2 Проблемы проектирования и реализации информационных систем

Как уже отмечалось выше, разработка информационной системы начинается с процесса анализа предметной области и построения ансамбля моделей, описывающих с разных сторон предметную область, поставленные задачи и ограничения (требования), выдвигаемые заказчиком. Построенные модели подвергаются ревизии со стороны заказчика, обычно немного корректируются и передаются в реализацию. Команда программистов создает на основе моделей и описаний, собранных аналитиками на первом этапе, программный код информационной системы, выполняется его верификация и начинается этап внедрения системы. Взаимосвязь основных этапов проектирования и реализации информационной системы показана на рисунке 1.

Заказчик, получив законченный с точки зрения группы специалистов разработчика программный продукт, как правило, вспоминает о некоторых «особенностях» и «мелочах», которые обязательно должны быть реализованы, но которым не было уделено достаточно внимания группой аналитиков, работавших на первом этапе. Такая «забывчивость» со стороны заказчиков и исполнителей объясняется, в первую очередь, не наличием злого умысла, а отсутствием на первоначальном этапе у обеих сторон точного представления о том, как же должна выглядеть законченная информационная система, какие задачи и как должны с помощью нее решаться, каким образом будут отражаться результаты ее функционирования и

др. Кроме того, команда разработчика, достаточно долго проработав над проектом, улучшила свои представления о предметной области и о поставленных перед ней задачах, а заказчик, ознакомившись с полученными результатами, может не только более четко сформулировать требования, но и в некоторых случаях радикально пересмотреть цели, которые необходимо достичь с помощью внедрения и использования информационной системы.

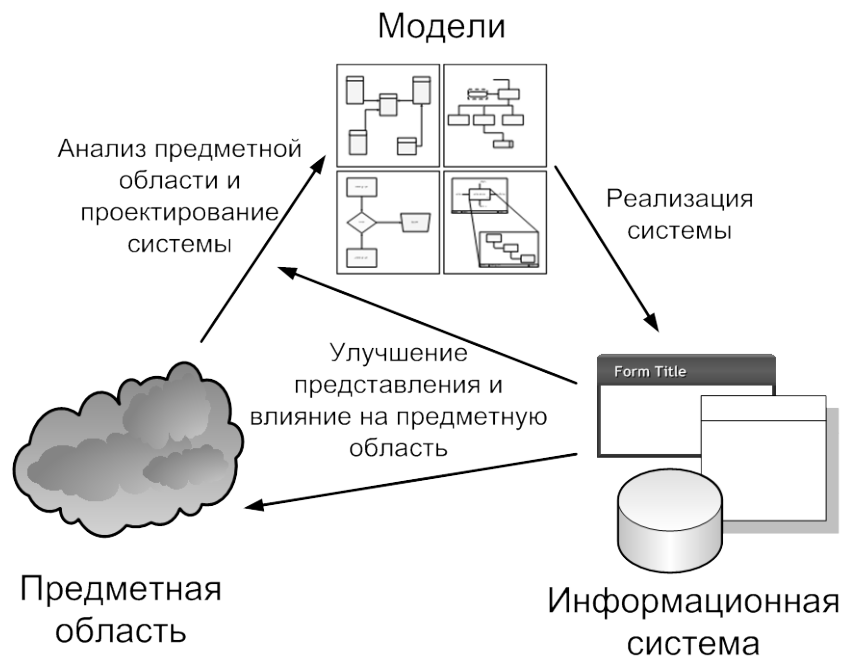


Рисунок 1 – Схема взаимосвязи проектирования и реализации информационной системы

Таким образом, одной из основных проблем реализации любой достаточно сложной информационной системы является ее тесная взаимосвязь с предметной областью. Изменения представлений о предметной области вызывает как сам факт появления информационной системы, так и улучшение субъективного понимания предметной области и выделенных в ней задач.

### 3 Модель предметной области как компонент информационной системы

Большинство программных систем претерпевает изменения, как во время разработки, так и в течение своей эксплуатации. Появляются новые требования, обнаруживаются ошибки реализации, становятся очевидными недостатки текущего дизайна. К сожалению, для небольших изменений часто возникает соблазн их исправить на этапе реализации, не возвращаясь к этапам анализа и дизайна. Это может потенциально усложнить процесс поддержки развития и модификации информационной системы в будущем, так как текущая модель не соответствует текущему коду. Но если проектировать информационные системы с использованием семантических сетей и технологий как частей этих информационных систем, то данной проблемы можно избежать, так как при изменении семантической сети будут изменяться и модель, и поведение системы. Предлагается ввести в архитектуру информационных систем некоторую легко изменяемую «вариативную часть», определяющую специфику предметной области, методов и задач, и представленную в виде семантической сети (рисунок 2). Ввиду достаточно широкого распространения онтологий для описания предметной области целесообразно применять именно их. В процессе работы семантическая информационная система должна использовать набор правил и интерпретировать сеть (онтологию) для ввода, обра-

ботки, хранения и выдачи информации пользователям. Полное представление предметной области и решаемых в ней задач не обязательно – в виде онтологий может быть представлена лишь часть системы: модели хранения, алгоритмы преобразования или отображение данных.

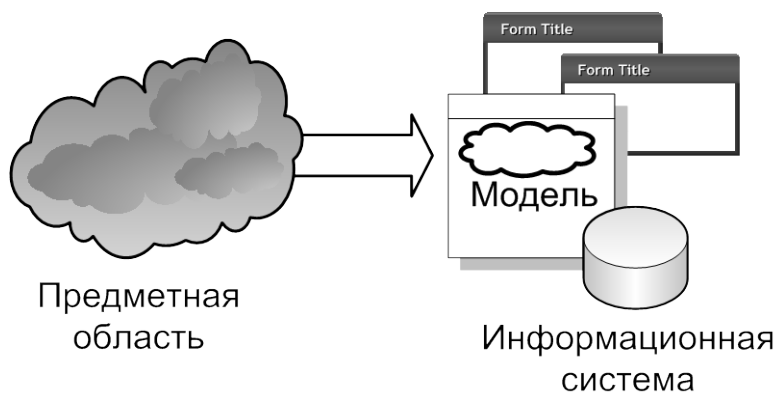


Рисунок 2 – Модель предметной области как компонент информационной системы

Информационные системы, созданные на основе семантических технологий, должны обладать новыми свойствами, которые, в первую очередь, будут проявляться в возможности быстрой их адаптации к изменяющимся условиям внешней среды: возможности модификации как моделей функционирования системы, представления и обработки данных, так и моделей взаимодействия со смежными системами.

Отличительной особенностью рассматриваемого подхода от MDA является применение онтологии не только для изменения архитектуры информационной системы, но и в процессе ее непосредственной работы. В отличие от MDA архитектура системы и порядок вызовов компонентов не изменяются в процессе её работы. В первую очередь при использовании предлагаемого подхода должны проявляться изменения в поведении самих компонентов, а не в структуре системы: рефлексия направлена не столько на «внутренний мир» программной системы, сколько на «понимание» семантики предметной области и её обработку.

Онтология, включенная в качестве компонента в информационную систему, в процессе интерпретации влияет на изменяемое поведение других компонентов. Таким образом, с помощью онтологии может задаваться конфигурация. Процесс конфигурирования семантической информационной системы может быть *статическим* (по запросу) или *динамическим* (постоянное конфигурирование). Статическое конфигурирование должно выполняться специальными средствами информационной системы, результатом работы которых являются пользовательские интерфейсы, модели хранения, правила взаимодействия и другие элементы. При динамическом конфигурировании интерпретация онтологии выполняется постоянно компонентами, ответственными за отображение информации пользователям, управление данными, взаимодействие с другими системами и пр. Неоспоримым преимуществом статического конфигурирования является скорость работы элементов (например, интерфейсов), однако такой подход уступает динамическому в гибкости. Применение смешанного конфигурирования, при котором настройки одной части компонентов задаются статически, а другой – динамически, позволяет сбалансировать требования производительности и гибкости.

#### 4 Семантическая Web-система на базе компонентов ИТ-инфраструктуры исследований энергетики

Описанный выше подход нашел применение при проектировании и реализации ИТ-инфраструктуры в Институте систем энергетики им. Л.А. Мелентьева (ИСЭМ) СО РАН.

Создаваемая ИТ-инфраструктура исследований энергетики призвана облегчить разработку и использование различных информационных и вычислительных ресурсов. ИТ-инфраструктура, являясь интеграционной информационной и вычислительной средой для поддержки проведения исследований в энергетике, облегчает построение распределенных баз данных и программных комплексов, создание Web-ориентированных программных комплексов и оказание информационных услуг на основе наукоемких информационных и программных продуктов. ИТ-инфраструктура включает *интеллектуальную инфраструктуру, интеграционную информационную инфраструктуру, распределённую вычислительную инфраструктуру* и *телекоммуникационную инфраструктуру* [8, 9].

Одним из основных компонентов ИТ-инфраструктуры исследований энергетики является реализованный в рамках информационной инфраструктуры Репозитарий, который содержит информацию обо всех других компонентах, их местоположении и о способах доступа к ним [8]. Информационная инфраструктура интегрирует как информационно-вычислительные, так и интеллектуальные ресурсы. В информационной инфраструктуре выделяются три уровня (слоя): *уровень модели метаданных* информационной инфраструктуры, *уровень метаданных* и *данных* ИТ-инфраструктуры. Для построения модели информационной инфраструктуры используются онтологии, объекты ИТ-инфраструктуры описываются метаданными на основе созданной онтологии [6, 8, 10]. В Репозитарии ИТ-инфраструктуры также представлены онтологии предметных областей (исследований энергетики), онтологии задач, онтологии хранилищ данных (описания баз данных). Основываясь на этой системе онтологий, можно достаточно легко находить «родственные данные» (морфологически близкие данные) в смежных программных системах, а онтологии использовать для автоматизации доступа к ним [10, 11].

Технологию использования информационной инфраструктуры можно разбить на четыре этапа: *построение модели метаданных* – на этом этапе определяются «правила хранения» метаданных; *внесение метаданных* – производится описание информационных ресурсов в информационной инфраструктуре; *извлечение метаданных* и *извлечение данных* – использование инфраструктуры для поддержки проведения исследований как интегрированного источника получения информации.

Модель метаданных Репозитария ИТ-инфраструктуры исследований энергетики (правила построения отношений и описаний объектов) была реализованы в виде онтологии, которая представлена на рисунке 3. Следует отметить, что эта модель не является жесткой и может изменяться в зависимости от структуры метаданных, которые предполагается хранить. Описания информационных ресурсов (метаданные) в Репозитарии представлены в виде онтологии экземпляров, связанной с описывающей модель онтологией. Физически эти онтологии хранятся во внутреннем представлении Репозитария и могут быть преобразованы в XML, RDF и др.

Доступ к представленной в Репозитарии информации может осуществляться через Web-интерфейс или с помощью программного интерфейса (API), позволяющего получить как модель хранения, так и данные, связанные с ней. Web-интерфейс также строится на основе модели метаданных, что позволяет достаточно легко адаптировать Репозитарий к специфике предметной области.

Репозитарий ИТ-инфраструктуры применяется в качестве ядра семантической информационной системы в двух проектах: для поддержки коллективной экспертной деятельности в области энергетики, для представления в сети Интернет информации о деятельности научно-педагогических работников (НПР) Национального исследовательского Иркутского государственного технического университета.

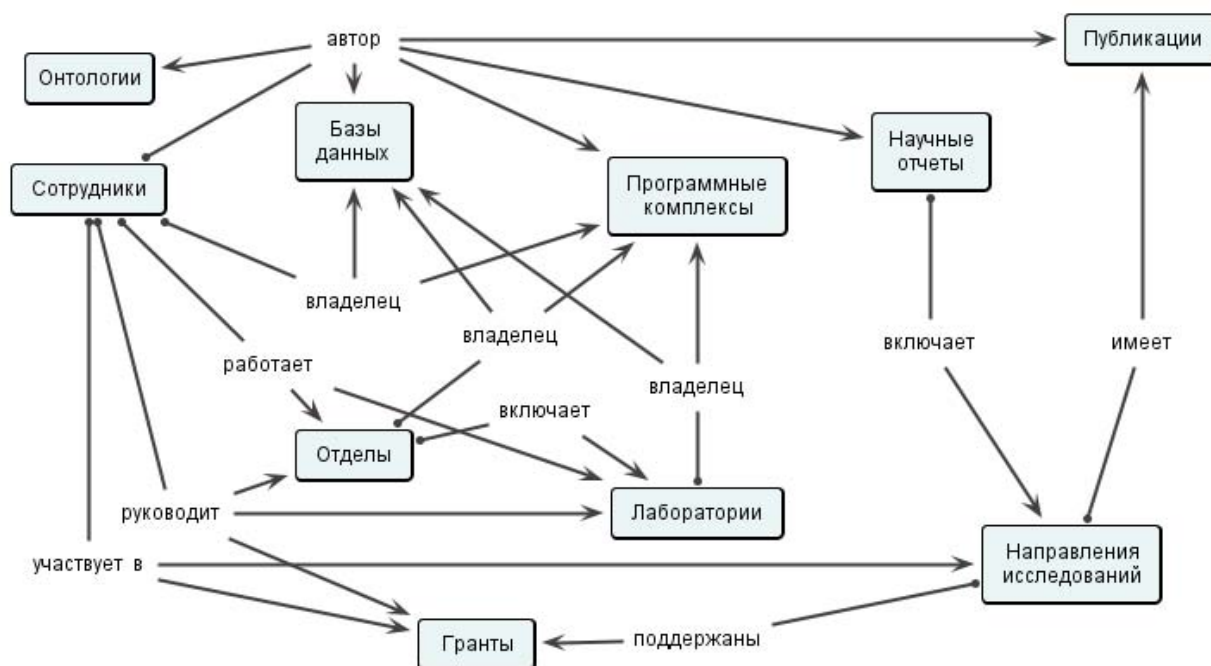


Рисунок 3 – Модель метаданных ИТ-инфраструктуры в виде онтологии для описания научной деятельности НПП

Согласно представленной технологии использования информационной инфраструктуры на первом этапе необходимо построение модели метаданных для представления информации в Репозитории. Для моделирования метаданных разрабатываемой семантической информационной системы может быть использована среда построения онтологий GrM OntoMap, разработанная на основе ядра системы графического моделирования GrModeling [12]. Моделирование структуры хранения и представления информации на первом этапе значительно упрощает построение моделей преобразования данных из СУБД в XML-документы.

Обобщённая архитектура семантической информационной системы на основе Репозитория представлена на рисунке 4. Данные обрабатываются и загружаются компонентом, на вход которого поступают XML-документы, описывающие атрибуты, объекты и связи между ними. Ввиду того, что большая часть накопленной информации может содержаться в различных базах данных, была выполнена реализация компонента преобразования и выгрузки данных из СУБД. XML-документы, подлежащие загрузке, должны быть построены в соответствии с определёнными правилами, которые могут быть выражены в виде модели построения таких документов.

Для автоматизации построения последних был реализован компонент преобразования и выгрузки данных, интерфейс которого представлен на рисунке 5. Основное назначение этого компонента: преобразование данных, полученных посредством SQL-запроса, в один или несколько связанных объектов с атрибутами, представленных в виде документа XML, в соответствии с моделью. Модель результирующего XML-документа описывается с помощью правил формирования его элементов.

В общем случае загрузка любых XML-документов в Репозиторий допустима, однако их структура должна соответствовать «ожиданиям» компонента загрузки. Для преобразования структуры документов целесообразно использовать технологию XSL Transformations (XSLT). Преобразование, выраженное через XSLT, описывает правила построения конечного дерева XML-документа на основе другого исходного XML-дерева.

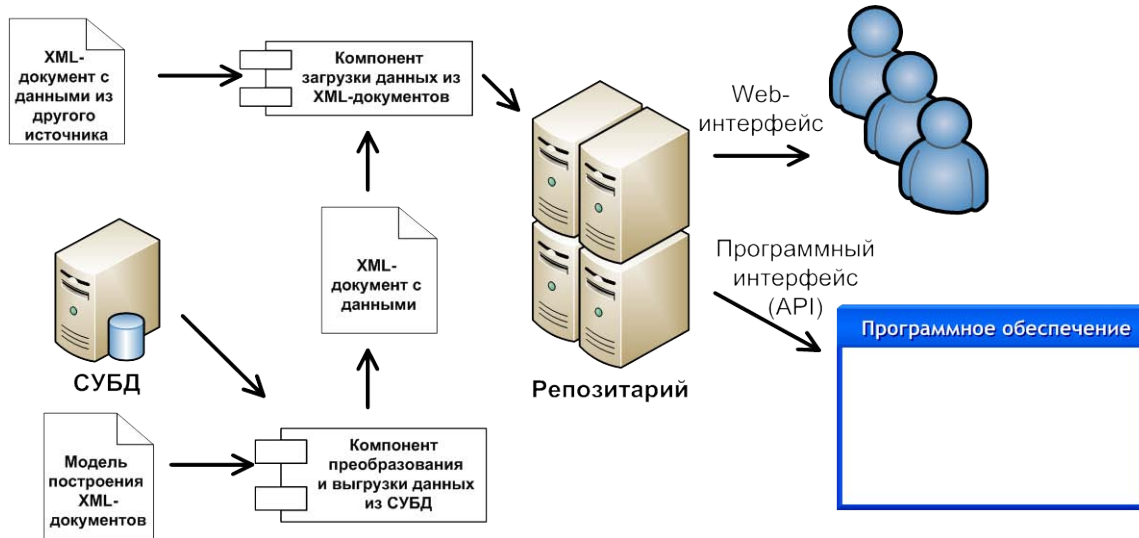


Рисунок 4 – Архитектура семантической информационной системы на основе Репозитория

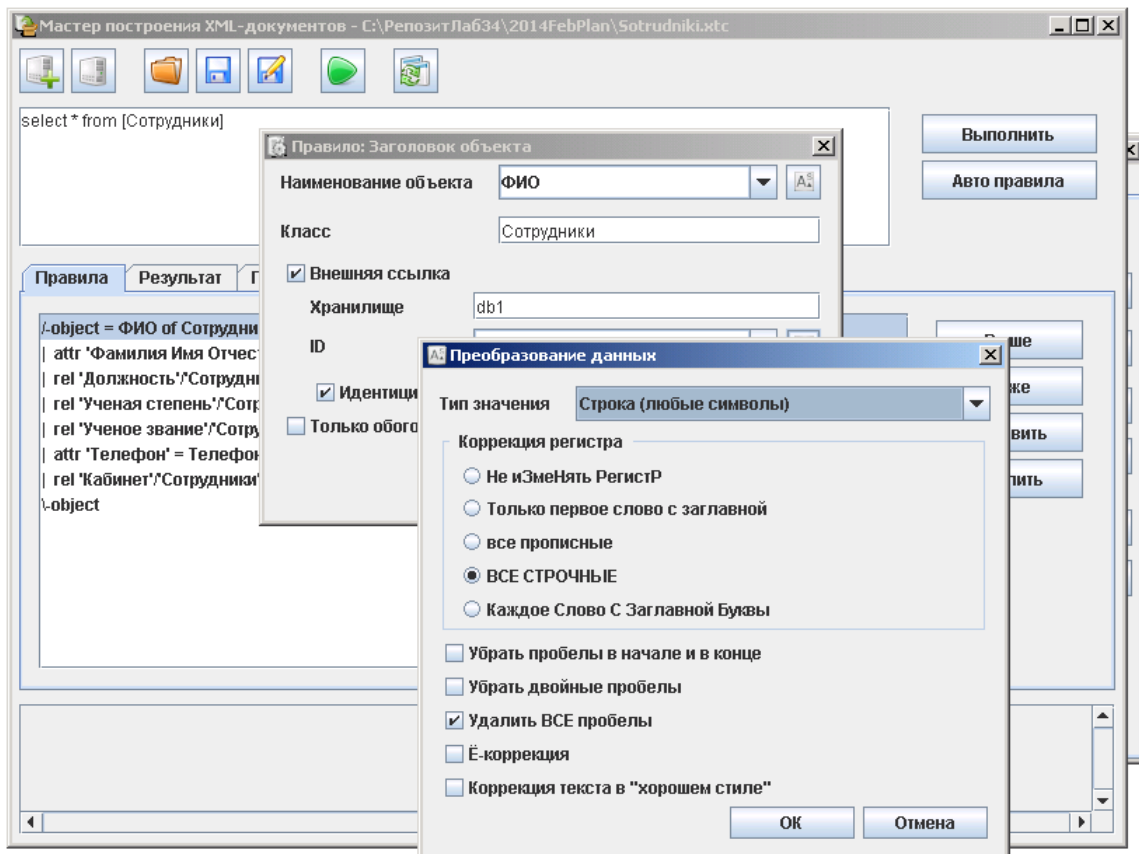


Рисунок 5 – Компонент преобразования и выгрузки данных из СУБД

Таким образом, для построения семантической информационной системы на основе Репозитория необходимо:

- 1) выполнить моделирование структуры хранения и представления семантической информации будущей системы;

- 2) определить источники данных для загрузки (СУБД и пр.);
- 3) определить модели преобразования данных СУБД в XML-документы;
- 4) для загрузки XML-данных из других источников необходимо выполнить XSLT-преобразование;
- 5) выполнить загрузку сформированных XML-документов в Репозиторий.

После окончания загрузки пользователи получают доступ через Web-интерфейс к представленным в Репозитории данным. Построение семантической информационной системы на основе Репозитория имеет два основных преимущества: во-первых, пользователи и другое программное обеспечение получают доступ к семантически связанным и описанным данным; во-вторых, данные могут быть относительно легко получены из различных источников, в том числе из СУБД, и описаны с помощью моделей. Кроме того, создание семантического описания данных и их привязка к онтологиям упрощает процесс интеграции и повышает полезность данных в различных информационных системах [11].

Пример интерфейса одной из разработанных систем представлен на рисунке 6. С помощью онтологий в данной системе задаются элементы пользовательского интерфейса (структуры меню), модель данных (14 концептов) и данные (более 50 000 концептов и более 250 000 отношений).

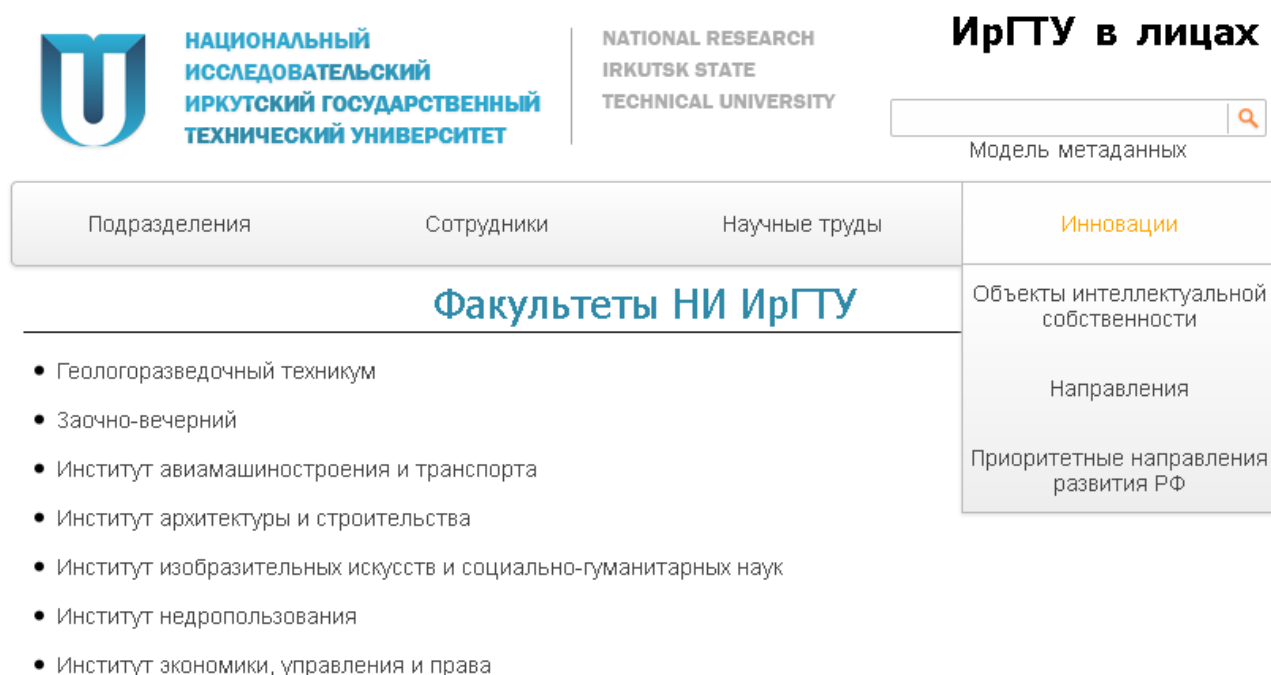


Рисунок 6 – Web-интерфейс информационной системы для представления информации о НПР Национального исследовательского Иркутского государственного технического университета

## Заключение

Применение семантических технологий дает неоспоримое преимущество на всех основных этапах анализа, проектирования, реализации, тестирования и сопровождения информационных систем, в том числе описание семантики предметной области с использованием онтологий, как вариативной части информационной системы. Представленные в работе идеи были реализованы на практике и достаточно хорошо себя зарекомендовали. Подход к по-

строению семантических информационных систем на основе Репозитария ИТ-инфраструктуры исследований энергетики позволяет достаточно быстро и относительно просто их разрабатывать. Естественным недостатком изложенного подхода являются ограниченные возможности по изменению конфигурации компонентов информационных систем, вследствие этого семантические информационные системы способны решать лишь тот класс задач, для которого они разрабатывались. Кроме того отказ от классического подхода вызывает некоторые трудности в проектировании и реализации компонентов систем из-за необходимости придерживаться абстрактного представления о предметной области. Однако возможность адаптации систем к изменяющимся условиям среды функционирования и применения их для решения задач определенного класса позволяет значительно сэкономить время и ресурсы.

### Благодарности

Разработанный методический подход, технологии и инструментальные средства применяются в работах, выполняемых по грантам РФФИ №12–07–00359, №13–07–00140, №13–07–00422, №14–07–00116, гранту программы Президиума РАН №229, а также в работах, выполняемых в рамках интеграционного проекта СО РАН №131. Автор выражает признательность этим организациям за частичную финансовую поддержку исследований.

### Список источников

- [1] Федеральный Закон РФ от 27 июля 2006 г. № 149–ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».
- [2] **Соломатин, Н.М.** Перспективы развития вычислительной техники: В 11 кн.: Справ. пособие / Под ред. Ю.М. Смирнова. Кн. 1: Информационные семантические системы / Н.М. Соломатин. — М.: Высш.шк., 1989. — 127 с.
- [3] **Люггер, Д.Ф.** Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. 4-е изд.: Пер. с англ. / Д.Ф. Люггер. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. — 864 с.
- [4] **Тузовский, А.Ф.** Системы управления знаниями (методы и технологии) / А.Ф. Тузовский, С.В. Чириков, В.З. Ямпольский / Под общ. ред. В.З. Ямпольского. — Томск: Изд-во НТЛ, 2005. — 260 с.
- [5] **Гаврилова, Т.А.** Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. — СПб.: Питер, 2001. — 384 с.
- [6] **Копайгородский, А.Н.** Методы, технологии и реализация хранилища данных и знаний для исследований энергетики / А.Н. Копайгородский, Л.В. Массель // Вестник Южно-Уральского государственного университета, серия "Математическое моделирование и программирование", вып. 7. - 2011. - №4 (221). - С. 47-55.
- [7] **Рубашкин, В.Ш.** Онтологическая семантика: Знания. Онтологии. Онтологически ориентированные методы информационного анализа текстов / В.Ш. Рубашкин. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 346 с.
- [8] **Копайгородский, А.Н.** Разработка и интеграция основных компонентов информационной инфраструктуры научных исследований / А.Н. Копайгородский, Л.В. Массель // Вестник ИрГТУ. — 2006. — №2(26). — С. 20-24.
- [9] **Воропай, Н.И.** ИТ-инфраструктура системных исследований в энергетике и предоставление ИТ-услуг / Н.И. Воропай, Л.В. Массель // Известия АН – Энергетика. — 2006. - №3. — С. 86-93.
- [10] **Массель, Л.В.** Технологии и система хранения данных и знаний для исследований в энергетике / Л.В. Массель, А.Н. Копайгородский // Материалы Всероссийской конференции «Современные информационные технологии для научных исследований». — Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2008. — С. 64-66.
- [11] **Копайгородский, А.Н.** Интеграция данных в исследованиях энергетики на основе онтологий / А.Н. Копайгородский // Информационные и математические технологии в науке и управлении: Труды XVII Байкальской Всероссийской конференции. Т. III. — Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2012. — С. 62-68.
- [12] **Копайгородский, А.Н.** Проектирование и реализация системы графического моделирования / А.Н. Копайгородский // Информационные и математические технологии в науке и управлении: Труды XV Байкальской Всероссийской конференции. Часть III. — Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2010. — С. 22-28.



## USE OF ONTOLOGIES IN SEMANTIC INFORMATION SYSTEMS

**A.N. Kopaygorodsky**

*Melentiev Energy Systems Institute SB RAS, Irkutsk, Russia  
digger@istu.edu*

### Abstract

The article describes some problems of design and implementation of informational systems. An approach towards building semantic informational systems is proposed. The problem of systems requirements evolution after it was already implemented is stated as a key problem in informational systems creation. It is proposed to include into the system a special variative part, that would specify the subject domain, methods and tasks. This part might be in a form of semantic web or ontology. Ontology interpretation might allow configuring the information system statically or dynamically. It would be possible to correct behavior, interfaces, data models or the interaction rules with related systems. Thus, semantic information systems possess new qualities and behavioral flexibility. These ideas have been implemented in practice and are well proven. Methodical approach that allows to quickly and easily develop semantic information systems based on the Repository of IT-Infrastructure Energy research is described. The Repository can be configured online to process and represent information in accordance with ontology.

**Key words:** *semantic information systems, ontologies, static and dynamic configuration of information systems, scientific research support.*

### References

- [1] Federal Law of the Russian Federation 27 jul 2006 № 149–FZ «Ob informacii, informacionnyh tehnologijah i o zashhite informacii» [About information, information technologies and information protection]. (In Russian).
- [2] **Solomatin, N.M.** Perspektivy razvitija vychislitel'noj tehniki [Development prospects of computer technology]: In 11 books: Ref. guide / edited by Ju.M. Smirnov. B. 1: Informacionnye semanticheskie sistemy [Information semantic system] / N.M. Solomatin. — Moscow.: Vyssh.shk., 1989. — 127 p. (In Russian).
- [3] **Ljugger, D.F.** Iskusstvennyj intellekt: strategii i metody reshenija slozhnyh problem. [Artificial intelligence: strategies and methods for solving complex problems] 4th edition from English. / D.F. Ljugger. — Moscow: Izdatel'skij dom «Vil'jams», 2003. — 864 p. (In Russian).
- [4] **Tuzovskij, A.F.** Sistemy upravlenija znanijami (metody i tehnologii) [Knowledge management systems (methods and techniques)] / A.F. Tuzovskij, S.V. Chirikov, V.Z. Jampol'skij / Ed. by V.Z. Jampol'skij. — Tomsk: Izd-vo NTL, 2005. — 260 p. (In Russian).
- [5] **Gavrilova, T.A.** Bazy znanij intellektual'nyh sistem [Knowledge Base Intelligent Systems] / T.A. Gavrilova, V.F. Horoshevskij. — St.Petersburg: Piter, 2001. — 384 p. (In Russian).
- [6] **Kopaygorodsky, A.N.** Metody, tehnologii i realizacija hranilishha dannyh i znanij dlja issledovanij jenergetiki [Methods, technologies and implementation of data and knowledge warehouse for energy sector research] / A.N. Kopaygorodsky, L.V. Massel // Vestnik Juzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta [Messenger South Ural State University], serija "Matematicheskoe modelirovanie i programmirovanie" [series "Mathematical modeling and programming"], vol. 7. - 2011. - №4 (221). - PP. 47-55. (In Russian).
- [7] **Rubashkin, V.Sh.** Ontologicheskaja semantika: Znanija. Ontologii. Ontologicheski orientirovannye metody informacionnogo analiza tekstov [Ontological semantics: Knowledge. Ontology. Ontologically oriented methods of information texts analysis] / V.Sh. Rubashkin. — Moscow: FIZMATLIT, 2012. — 346 p. (In Russian).
- [8] **Kopaygorodsky, A.N.** Razrabotka i integracija osnovnyh komponentov informacionnoj infrastruktury nauchnyh issledovanij [Development and integration of the basic components of the information infrastructure of research] / A.N. Kopaygorodsky, L.V. Massel // Vestnik IrGTU [Messenger ISTU]. — 2006. — No. 2(26). — P. 20-24. (In Russian).
- [9] **Voropaj, N.I.** IT-infrastruktura sistemnyh issledovanij v jenergetike i predostavlenie IT-uslug [IT Infrastructure System Research in Energy and the provision of IT services]/ N.I. Voropaj, L.V. Massel // Izvestija AN [Tidings AS] – Jenergetika [Energetics]. - 2006. – No. 3. – P. 86-93. (In Russian).
- [10] **Massel, L.V.** Tehnologii i sistema hranenija dannyh i znanij dlja issledovanij v jenergetike [Technology and storage system of data and knowledge for energy research] / L.V. Massel, A.N. Kopaygorodsky // Sovremennye informacionnye tehnologii dlja nauchnyh issledovanij: Materialy Vserossijskoj konferencii. [Proc. of Russian confe-

- rence «Modern information technologies for research»] — Magadan: SVNC DVO RAN, 2008. – P. 64-66. (In Russian).
- [11] **Kopaygorodsky, A.N.** Integracija dannyh v issledovanijah jenergetiki na osnove ontologij [Data integration of power research based on ontologies] / / A.N. Kopaygorodsky // Informacionnye i matematicheskie tehnologii v nauke i upravlenii [Information and mathematics technology in science and management]: Trudy XVII Bajkalskoj Vserossijskoj konferencii [Proceedings of the XVII Russian conference of the Baikal]. Vol. III. — Irkutsk: MESI SB RAS, 2012. – P. 62-68. (In Russian).
- [12] **Kopaygorodsky, A.N.** Proektirovanie i realizacija sistemy graficheskogo modelirovanija [Designing and creation of graphical modeling system] / A.N. Kopaygorodsky // Informacionnye i matematicheskie tehnologii v nauke i upravlenii [Information and mathematics technology in science and management]: Trudy XV Bajkalskoj Vserossijskoj konferencii [Proceedings of the XV Russian conference of the Baikal]. Vol. III. — Irkutsk: MESI SB RAS, 2010. – P. 22-28. (In Russian).

### Сведения об авторе



**Копайгородский Алексей Николаевич**, 1982 г. рождения. Окончил Иркутский государственный технический университет в 2004 г, к.т.н. (2008). Старший научный сотрудник лаборатории информационных технологий в энергетике Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН. Начальник отдела внедрения и сопровождения программных средств, доцент кафедры автоматизированных систем Института кибернетики им. Е.О. Попова Национального исследовательского Иркутского государственного технического университета. Имеет более 40 научных статей в области компьютерного моделирования, интеллектуальных системы поддержки принятия решений, информационных технологий в энергетике, хранилищ данных и знаний.

**Kopaygorodsky Alexey Nikolaevich** (b. 1982) graduated from the Irkutsk State Technical University in 2004. PhD (2008). He is senior researcher in the laboratory of information technologies in energy sector of Melentiev Energy Systems Institute SB RAS. He is chief of department of software maintenance and implementation, assistant professor of the automated systems chair of the Popov Cybernetics Institute of National Research Irkutsk State Technical University. He is author/co-author of over 40 scientific papers on computer modeling, intelligent decision support system, information technologies in the energy sector, data and knowledge warehousing.

УДК 50.03.05

## ПОНЯТИЕ ИНТЕРСУБЪЕКТИВНОСТИ В ЭВЕРГЕТИКЕ

**В.А. Виттих**

*Институт проблем управления сложными системами РАН, Самара, Россия  
vittikh@iccs.ru*

### **Аннотация**

Рассматривается роль понятия «интерсубъективность» в становлении и развитии эвергетики – науки о процессах управления в обществе, базирующейся на принципах постнеклассической научной рациональности. В эвергетике теория строится коммуницирующими неоднородными акторами, находящимися «внутри» объекта – ситуации в обществе, и ориентирована она на приобретение интерсубъективных конвенциональных знаний, являющихся результатами соглашений акторов, которые выполняют не только познавательные, но и деятельностные функции по преобразованию общества. В отличие от ценностно-инвариантной классической науки эвергетика является ценностно-ориентированной наукой о процессах управления в обществе, поскольку неоднородные акторы, имеющие субъективные представления о ценностях, стремятся к достижению взаимопонимания и консенсуса. Разработанная теория интерсубъективного управления является «интеграционной платформой», представляемой в системе поддержки коммуникативных действий с помощью онтологий, на основе которой акторами вырабатываются и принимаются решения об урегулировании проблемной ситуации.

***Ключевые слова:** интерсубъективность, эвергетика, процессы управления, общество, постнеклассическая научная рациональность, неоднородный актор, ситуация, взаимопонимание, ценность, консенсус.*

### **Введение**

Каждому человеку суждено пройти свой жизненный путь по сложной и плохо прогнозируемой траектории, всякий раз корректируя ее в проблемных ситуациях, в которых, в силу разных обстоятельств, он оказывается вместе с другими индивидуумами и участвует в принятии совместных решений относительно способов урегулирования проблем в условиях, когда все люди имеют различные ценностные приоритеты, мировоззрения и интересы. Обладая интерсубъективным сознанием, они имеют возможность договариваться между собой, находить взаимопонимание, компромиссы и достигать, в конечном счёте, приемлемого для всех согласия, консенсуса [1, 2].

Однако жизненная практика преподносит нам уроки конфронтации и насилия в обществе, в том числе постоянные войны, свидетельствующие об остром дефиците гуманизма в мире людей. Многие видят в этом проявление некоторых объективных закономерностей в социуме, которые не зависят от человеческого сознания, и исключают человека с его субъективным мировоззрением из рассмотрения при исследованиях проблем управления в обществе. И классическая ценностно-инвариантная наука об управлении (management science) «выносит за скобки» вопрос о гуманитарной оценке и социальной значимости целей, которые должны быть достигнуты в процессах управления, концентрируя внимание на вопросе о том, каким образом (наилучшим в смысле заданного критерия) эти цели могут быть достигнуты.

Тем не менее, следует признать, что вопрос «что делать?» всегда предшествует и, как правило, является более важным, чем «как делать?», и предполагает участие в выборе приоритетных целей и задач всех тех, кто заинтересован в урегулировании сложившейся про-

блемной ситуации. Они, разумеется, будут договариваться не только о том, какие задачи нужно решать в первую очередь, но и о способах их решения, осуществляя при этом поиск не объективной, а конвенциональной истины (в соответствии с концепцией А. Пуанкаре) [3].

Трактуя истину как результат соглашения, люди, осознающие себя в общей для них ситуации, могут достигнуть договорённости о признании некоторого субъективного знания истинным только для их узкого круга лиц, для решения своих практических задач. Такое знание может быть названо интересубъективным, следуя введённому Э. Гуссерлем понятию интересубъективности - «структуры индивидуального сознания, отвечающей факту существования других индивидов ... Интересубъективность указывает на внутреннюю социальность индивидуального сознания» [1]. Участники ситуации совместно приобретают интересубъективные знания, образующие, применительно к данной конкретной ситуации, теорию интересубъективного управления, на основе которой затем будут приниматься решения о способе урегулирования этой ситуации [3].

Все они, по выражению Э. Гидденса, становятся «социальными теоретиками», не являясь профессиональными научными работниками. Ученые же, в свою очередь, должны создавать необходимый методологический фундамент, интерпретируя мир, который уже был интерпретирован этими самыми «социальными теоретиками». В отличие от классического естествознания проблема такой «двойственности», обозначенная Э. Гидденсом, характерна именно для обществознания, социальных наук [4].

Исходя из изложенного, наука о процессах управления в обществе должна строиться не на классической, а на постнеклассической научной рациональности [5]. Такую ценностно-ориентированную науку, включающую человека в теорию управления обществом и полагающую его способным достигать взаимопонимания и консенсуса с другими людьми в процессах принятия совместных решений об урегулировании проблемных ситуаций, в работах [6, 7] предложено назвать эвергетикой (от греч. *εὐεργέτης* – «благодетель»). В данной статье рассматривается роль, которую играет понятие «интерсубъективность» в становлении и развитии этой науки.

## 1 ОСОЗНАНИЕ СМЫСЛА СИТУАЦИИ АКТОРАМИ

Эвергетика исходит из того, что человек – актер, выполняющий не только познавательные, но и деятельностные функции по преобразованию общества, осознаёт себя вместе с другими акторами в некоторой проблемной ситуации, требующей урегулирования. Каждый из них, с одной стороны, самостоятельно оценивает ситуацию, а с другой – участвует в конструировании коммуникативной модели смысла ситуации в процессе многостороннего диалога. Использование феноменологического подхода к построению теории управления обществом [8] предполагает, что человек переключает своё внимание от вещи на своё сознание о вещи; ведь феномен – понятие, означающее явление предмета в сознании, это «сознание о ...» [2]. Это понятие противопоставляется понятию сущности [1], которая понимается как внутреннее содержание вещи, как совокупность её существенных свойств [9].

Смысл – это «внеположенная сущность феномена, связывающая его с более широким пластом реальности. Определяя место феномена в некоторой целостности, смысл превращает его осуществление в необходимость, соответствующую онтологическому порядку вещей» [9]. «Феноменологу, по Шюцу, нет дела до самих объектов. Его интересуют их значения, конструированные деятельностью нашего разума. Не реальные социальные объекты становятся предметом его анализа, но редуцированные объекты, как они являются в потоке сознания индивида, организуя его социальное поведение. Если с точки зрения естественной установки мир объективен, то, с точки зрения Шюца, это конструированный «интерсубъек-

тивный мир»... Индивид не является пленником социальной структуры, социальная реальность постоянно воссоздаётся нами, зависит от нашего сознания и наших её интерпретаций» [10].

Иными словами, участники ситуации придают ценностный статус объектам ситуации, наделяя их смыслами, не рассматривая эти объекты как физические. Они осознают проблемность ситуации, т.е. не устраивающее всех положение дел, но им ещё не ясно, что нужно сделать для его изменения и в каком направлении [11]. Тогда акторы, имеющие свои субъективные точки зрения (т.е. являясь неоднородными), начинают коммуницировать, выстраивая в процессах переговоров ценностные приоритеты, определяя цели, критерии и формулируя задачи, требующие решения. Тем самым происходит осмысление ситуации интерсубъективным сообществом акторов.

Эвергетика фокусирует своё внимание, таким образом, на коммуникативных действиях неоднородных акторов, предполагая возможность достижения взаимопонимания между ними и консенсуса на основе взаимных убеждений и уступок, а не принятия решений путём голосования, когда неудовлетворённое решением меньшинство, сохраняя свои позиции, становится источником социальной напряжённости. Акторы рассматриваются здесь как «социальные теоретики», вырабатывающие совместно знания в виде *ad hoc*<sup>1</sup> теории интерсубъективного управления [3], адресуемой к уникальному объекту – ситуации, в которой осознают себя неоднородные акторы.

## 2 ТЕОРИЯ ИНТЕРСУБЪЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

В эвергетике, базирующейся на постнеклассической научной рациональности, классическое понятие «теория» приобретает иной смысл. Если в традиционной «субъект–объектной» оппозиции теория создаётся субъектом, дистанцированным от объекта, и нацелена на получение объективно–истинного знания, то в эвергетике теория строится на принципе «субъект–субъектной» суперпозиции коммуницирующими неоднородными акторами, находящимися «внутри» объекта – ситуации в обществе, и ориентирована она на приобретение интерсубъективных конвенциональных знаний, являющихся результатами соглашений акторов. Поэтому она и названа теорией интерсубъективного управления [3], в которой место привычного ценностно–нейтрального субъекта классической гносеологии занимает актор – живой человек, личность с её ценностными приоритетами и жизненными интересами, что делает эвергетику наукой ценностно–ориентированной.

Потребность в согласии неоднородных акторов должна удовлетворяться посредством рационального, т.е. аргументированно достигаемого, взаимопонимания. При этом рациональными считаются способы поведения и деятельности, которые могли бы обеспечить продуктивную интеллектуальную и практическую коммуникацию акторов. Рациональность в этом случае обеспечивается интерсубъективностью, которая может выражаться в различных формах. В теории интерсубъективного управления используется пять типов интерсубъективности, предложенных в работе [12]: семантическая интерсубъективность (соглашение об используемых понятиях и суждениях), эмпирическая интерсубъективность (признание обоснованности суждений фактами и наблюдениями), логическая интерсубъективность (признание рационально обоснованными таких высказываний, которые являются результатом логического вывода), операциональная интерсубъективность (соглашение о воспроизводимости образцов действия или рассуждения), нормативная интерсубъективность (общепринятость норм и правил поведения или оценки).

<sup>1</sup> *Ad hoc* (лат. «по месту») означает к этому, для данного случая, для этой цели. Используется лишь для обозначения решения, не предназначенного для какого-либо обобщения или адаптации для других целей. *Прим.ред.*

В основу же переговоров неоднородных акторов целесообразно положить дискурс – форму коммуникации, которая, по Ю. Хабермасу, требует, чтобы все мотивы, кроме готовности к рационально обоснованному соглашению, были исключены [1]. Соглашение достигается, таким образом, в результате аргументации, а не принуждения.

### 3 ИНТЕРСУБЪЕКТИВНАЯ СИСТЕМА

В своём стремлении понять смысл проблемной ситуации и урегулировать её путём снижения неопределённости ситуации до некоторого приемлемого уровня автономные неоднородные акторы самоорганизуются в интересующую систему [3]. Элементом таких систем, способным к саморазвитию и самоорганизации является, таким образом, человек – актор. Актор с имеющимися в его распоряжении интеллектуальными, материальными и трудовыми ресурсами образует холон – целостность, являющуюся частью другой (большей) целостности [13]. Для управления холоном актор располагает властными полномочиями и несёт ответственность за принимаемые решения. Базовые холоны являются источниками ресурсов и власти при образовании составного холона, т.е. реализуется принцип лоурархии (lowe-rarchy) [14], хотя по взаимному соглашению между составным и базовыми холонами могут быть установлены иерархические отношения [13]. Составные холоны, в свою очередь, могут «интегрироваться» в более крупные холоны или, наоборот, «дезинтегрироваться».

Иными словами, системообразующими элементами интересующих систем являются неоднородные акторы – своеобразные «субъективные начала», действующие в общих интересах, не забывая и о своих, потребность в согласии которых удовлетворяется посредством коммуникативно рационального, аргументированно достигаемого взаимопонимания. Акторы вынуждают договариваться стремление к свободе самореализации, которая, как известно, заканчивается там, где начинается свобода других акторов.

Следует отметить, что некоторые из упомянутых особенностей построения интересующих систем можно обнаружить в так называемых системах согласованной инженерной деятельности (concurrent engineering systems). В подобных системах инженеры (неоднородные акторы), организуя соответствующие коммуникативные действия, обеспечивают на стадии проектирования учёт факторов всего жизненного цикла изделия (производственные факторы, особенности сборки, испытаний, технического обслуживания и утилизации) [15, 16].

Таким образом, формирование интересующей системы для урегулирования проблемной ситуации должно сводиться к «рождению» составного холона, представляющего собой объединение акторов (с имеющимися в их распоряжении ресурсами), которые обладают единым пониманием того, какие вопросы в рамках этого объединения регулируются совместно, а какие самостоятельно каждым актором. Для того чтобы узаконить эти договорённости, акторы заключают соглашения, в которых распределяются и зоны ответственности за принимаемые решения. Определяющими в интересующей системе являются процессы ненасильственной коммуникации акторов, базирующиеся, по Хабермасу, на «солидарности, ориентировании общей воли» [9]. Строго говоря, в такой системе нет верхнего и нижнего уровней, в ней вообще нет деления на уровни, «есть только взаимодействующие узловые пункты ответственности» [17].

Бюрократические системы, как известно, построены на противоположном допущении, предполагающем, что люди не хотят или неспособны брать на себя ответственность за последствия своей деятельности. Тогда на передний план выдвигается жёсткий контроль и иерархический порядок, требующий, чтобы каждое решение многократно перепроверялось менеджерами различных уровней. Но такая «опека» и порождает ситуацию, когда «значительная часть персонала вовсе не возражает, чтобы ими управляли авторитарные менеджеры, и

готовы выступать в роли неразумных детей в обмен на снижение ответственности» [17]. Интерсубъективные системы, наоборот, ориентированы на повышение разделяемой ответственности за общий успех сообщества.

#### 4 УПРАВЛЕНИЕ СИТУАЦИЕЙ

Теория интерсубъективного управления как система знаний, построенная на базе достигнутых соглашений акторов в рамках пяти типов интерсубъективностей, определяет принципы принятия решений (своеобразные «правила игры») и является «интеграционной платформой», представляемой в системе поддержки коммуникативных действий [18] с помощью онтологий [19]. На её основе акторами вырабатываются и принимаются практические решения об управлении ситуацией. Термин «управление» понимается здесь скорее как регулирование, обозначающее (в соответствии со «Словарём русского языка» С.И. Ожегова) возможность «направлять развитие с целью привести в порядок», а не как «менеджмент», предполагающий наличие у одних людей власти навязывать свою волю другим людям. И если при регулировании ситуации интерсубъективными акторами ключевую роль играет достижение взаимопонимания между ними, то менеджмент такой задачи обычно вообще не ставит.

Тем не менее, разнообразие интересов и потребностей неоднородных акторов может стать источником конфликта, который следует рассматривать как «постоянный и неустранимый компонент общественной жизни, включенный, так или иначе, в структуру сотрудничества» [9]. Необходимо стремиться регулировать конфликты, а не искоренять их (что мало продуктивно), используя не «вертикальное» воздействие, принуждение, а «горизонтальное» взаимодействие для достижения консенсуса с опорой на солидарность, понимаемую в философии Рорти как направление мышления (противопоставленное традиционной объективности) на объединение разнообразных точек зрения не на основании тождества, а в контексте их различия. Эти различия, по Рорти, не провоцируют мировоззренческие конфликты, а создают условия для свободного выбора. Ни одна из позиций, объединяющихся на фундаменте солидарности, не претендует на статус единственной, что принципиально отличает этот подход от классической рациональности, исходящей из представления о возможности и достижимости одного единственного верного решения. Рорти отрицает необходимость смыслового центра, полагая, что социальная надежда призвана опереться не на «объективность», а на «солидарность» [20].

Солидарность при этом понимается как единство, притяжение различных, а не как одинаковость, поскольку мир обновляется через контакт различных; «в своём единстве различные «одни» дополняют друг друга и вырастают до частей целого» [1]. На такой концепции солидарности построен метод сопряжённых взаимодействий [21], суть которого заключается в следующем. Предполагается, что в интерсубъективной системе одновременно присутствуют акторы, обладающие некоторыми потребностями, и сопряжённые им акторы, располагающие возможностями удовлетворять эти потребности (различные «одни»). «Притяжение различных» связано с поиском каждым актором сопряжённых ему акторов. Найдя друг друга, акторы начинают договариваться, стремясь, с одной стороны, удовлетворить свои интересы (индивидуальные ценности), а с другой – обеспечить урегулирование общей для них ситуации (групповые ценности). Поскольку при наличии большого числа акторов решение задачи оказывается весьма трудоёмким, используются мультиагентные модели взаимодействия, позволяющие в реальном масштабе времени (в темпе развития ситуации) строить сети потребностей и возможностей [22], обеспечивающие возможность принятия решений по управлению ситуацией на основе консенсуса [23]. Именно ориентация на консенсус, базирующийся на взаимных убеждениях, компромиссах, уступках и т.п., создаёт преграду прояв-

лениям насилия, зла, агрессивности и иных пороков, поскольку в процессах переговоров и принятия решений людьми включаются ценностные факторы, если не устраняющие, то «сглаживающие» эти негативные явления.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Постигая смысл проблемной ситуации, требующей своего урегулирования, акторы действуют не изолированно, а коммуницируют друг с другом; ведь прояснение своего собственного существования, с точки зрения феноменологии, является одновременно пониманием других. Введение в теорию человека, наделённого intersubъективным сознанием, выдвигает на передний план проблему достижения взаимопонимания и консенсуса в условиях, когда акторы, выполняющие познавательные и деятельностные функции, являются неоднородными, т.е. имеющими различные интересы и ценностные приоритеты.

Регулятивная функция ценностей в управлении в высшей степени значима, но и в не меньшей степени «размыта», поскольку приверженность тем или иным ценностям «на словах» ещё не означает, что человек будет придерживаться их «на деле». Он может декларировать одни, групповые ценности, «для других», а руководствоваться в своих действиях другими от них индивидуальными ценностями «для себя». Но это вовсе не означает, что наука о процессах управления в обществе должна оставаться ценностно-инвариантной, поскольку существует жизненно важная проблема – сделать человеческое сообщество более гуманным. Для решения этой задачи необходимо создание ценностно-ориентированной науки о процессах управления в обществе, в которой ключевую роль будет играть понятие intersubъективности.

## Список источников

- [1] Современный философский словарь. – Лондон, Франкфурт-на-Майне, Париж, Люксембург, М., Мн.: ПАНПРИНТ, 1998. - 1064 с.
- [2] Словарь философских терминов. - М.: ИНФРА-М, 2004. – 731 с.
- [3] **Виттих, В.А.** Введение в теорию intersubъективного управления / В.А. Виттих. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2013. – 64 с.
- [4] **Климов, И.А.** Социологическая концепция Энтони Гидденса / И.А. Климов. – <http://www.nir.ru/sj/sj/sj1-2-00klim.html> (актуально на 20.10.2014)
- [5] **Степин, В.С.** Философия науки и техники / В.С. Степин, В.Г. Горохов, М.А. Розов. – М.: Гардарики, 1996. – 400 с.
- [6] **Виттих, В.А.** Эволюция идей организации процессов управления в обществе: от кибернетики к эвергетике / В.А. Виттих // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XVI междунар. конф. (30 июня–03 июля 2014 г., Самара, Россия). – Самара: Самарский научный центр РАН, 2014. - С. 13–19.
- [7] **Виттих, В.А.** Проблемы эвергетике / В.А. Виттих // Проблемы управления. – 2014. - №4. - С. 69–71.
- [8] **Виттих, В.А.** Феноменологический подход к построению теории управления обществом / В.А. Виттих // Труды XII Всероссийского совещания по проблемам управления (16-19 июня 2014 г., Москва, Россия). – М.: ИПУ РАН. - С. 6182-6186.
- [9] Новая философская энциклопедия (в четырёх томах). – М.: Мысль, 2010.- 2806 с.
- [10] Новейший социологический словарь. – Мн.: Книжный Дом, 2010. - 1312 с.
- [11] **Новиков, А.М.** Методология / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: СИНТЕГ, 2007. - 668 с.
- [12] **Хюбнер, К.** Истина мифа / К. Хюбнер. – М.: Республика, 1996. - 448 с.
- [13] **Koestler, A.** The Ghost in the Machine / A. Koestler. – London: Arcana books, 1989. - 400 p.
- [14] **Акофф, Р.Л.** За пределами социализма и капитализма : развивающееся общество / Р.Л. Акофф // Проблемы управления в социальных системах. – 2009. - Т. 1. - №1. - С. 112–140.
- [15] **O’Grady, P.** Issues in concurrent engineering systems / P. O’Grady, R. Young // Journal of Design and Manufacturing. – 1991. - Vol. 1. – No 1. - P. 27–34.
- [16] **Виттих, В.А.** Согласованная инженерная деятельность. Состояние, проблемы, перспективы / В.А. Виттих // Проблемы машиностроения и надёжности машин. – 1997. - №1. - С. 6–14.



- [17] **Клок, К.** Конец менеджмента и становление организационной демократии / К. Клок, Дж. Голдсмит. – СПб.: Питер, 2004. - 368 с.
- [18] **Виттих, В.А.** Разработка систем поддержки коммуникативных действий / В.А. Виттих, М.В. Игнатьев, С.В. Смирнов // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XIV международной конф. (19-22 июня 2012 г., Самара, Россия). – Самара: Самарский научный центр РАН, 2012. - С. 125–130.
- [19] **Виттих, В.А.** Онтологии в интерсубъективных теориях / В.А. Виттих, М.В. Игнатьев, С.В. Смирнов // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2012. - №5. - С. 69–70.
- [20] Всемирная энциклопедия. Философия. – М.: АСТ; Мн.: Харвест, Современный литератор, 2001. - 1312 с.
- [21] **Виттих, В.А.** Метод сопряжённых взаимодействий для управления распределением ресурсов в реальном масштабе времени / В.А. Виттих, П.О. Скобелев // Автометрия. – 2009. - №2. – С. 78-87.
- [22] **Виттих, В.А.** Мультиагентные модели взаимодействия для построения сетей потребностей и возможностей в открытых системах / В.А. Виттих, П.О. Скобелев // Автоматика и телемеханика. – 2003. - №1. - С. 177–185.
- [23] **Виттих, В.А.** Принятие решений на основе консенсуса с применением мультиагентных технологий / В.А. Виттих, Т.В. Моисеева, П.О. Скобелев // Онтология проектирования. – 2013. - №2. – С. 20–25.

## CONCEPT OF INTERSUBJECTIVITY IN EVERGETICS

V.A. Vittikh

*Institute of Control of Complex Systems, RAS, Samara, Russia*  
vittikh@iccs.ru

### Abstract

The role of the concept of “Intersubjectivity” is considered in application to the making and development of Evergetics – the science of management processes in the society based on the principles of postnonclassical scientific rationality. In Evergetics, the theory is constructed by communicating heterogeneous actors situated inside of an object-situation in the society, and it focuses on the acquisition of conventional inter-subjective knowledge being the result of the agreements of actors who perform not only informative, but also activity-related functions for transformation of the society. In contrast to the value-invariant classical science, the Evergetics is a value-oriented science of management processes in the society, so as far as heterogeneous actors, with their subjective perceptions of values, strive to achieve mutual understanding and consensus. The developed theory of intersubjective management is the “integration platform” represented in the support system of communicative actions with the use of ontologies, on the basis of which the actors are developed and make decisions on a settlement of a problem situation.

**Key words:** *intersubjectivity, evergetics, management processes, society, postnonclassical scientific rationality, heterogeneous actor, situation, mutual understanding, value, consensus.*

### References

- [1] *Sovremenniy filosofskiy slovar [Modern Philosophical Dictionary].* - London, Frankfurt-on-Main, Paris, Luxembourg, Moscow, Minsk: PANPRINT, 1998. - 1064 p.
- [2] *Slovar filosofskikh terminov [Dictionary of Philosophical Terms].* – М.: INFRA-M, 2004. - 731 p.
- [3] **Vittikh, V.A.** Vvedeniye v teoriyu intersubektivnogo upravleniya [Introduction to the Theory of Intersubjective Management] / V.A. Vittikh. – Samara: Samarskiy nauchniy tsentr RAN, 2013. - 64 p.
- [4] **Klimov, I.A.** Sotsiologicheskaya kontseptsiya Entoni Giddensa [Sociological Concept of Anthony Giddens] / I.A. Klimov. - <http://www.nir.ru/sj/sj1-2-00klim.html>
- [5] **Stepin, V.S.** Filosofiya nauki i tekhniki [Philosophy of Science and Technology] / V.S. Stepin, V.G. Gorokhov, M.A. Rozov. - Moscow: Gardariki, 1996. - 400 p.
- [6] **Vittikh, V.A.** Evoliutsiya idey organizatsii protsessov upravleniya v obshchestve: ot kibernetiki k evergetike [Evolution of Ideas on Management Processes in the Society: from Cybernetics to Evergetics] / V.A. Vittikh // Problemy upravleniya i modelirovaniya v slozhnykh sistemakh: Trudy XVI mezhdunarodnoy konferentsii (June 30–July 03, 2014, Samara, Russia). - Samara: Samarskiy nauchniy tsentr RAN, 2014. – P. 13-19.
- [7] **Vittikh, V.A.** Problemy evergetiki [Problems of Evergetics] / V.A. Vittikh // Problemy upravleniya. – 2014. – No. 4 - P. 69-71.

- [8] **Vittikh, V.A.** Fenomenologicheskii podkhod k postroeniu teorii upravleniya obshchestvom [Phenomenological approach to the construction of the theory of governance] / V.A. Vittikh // Sbornik trudov XII Vserossiyskogo soveshchaniya po problemam upravleniya (June 16-19, 2014, Moscow, Russia). - Moscow: IPU RAN, 2014. - P. 6182.
- [9] Novaya filosofskaya entsiklopediya (v chetyrekh tomakh) [New Philosophical Encyclopedia (in four volumes)]. - Moscow: Mysl, 2010. - 2806 p.
- [10] Noveyshiye entsiklopedicheskiy slovar [The Newest Encyclopedic Dictionary]. - Minsk: Knizhniy Dom, 2010. - 1312 p.
- [11] **Novikov, A.M.** Metodologiya [Methodology] / A.M. Novikov, D.A. Novikov. - Moscow: SINTEG, 2007. - 668 p.
- [12] **Hübner, K.** Istina mifa [The Truth of the Myth] / K. Hübner. - Moscow: Respublika, 1996. - 448 p.
- [13] **Koestler, A.** The Ghost in the Machine / A. Koestler. - London: Arcana books, 1989. - 400 p.
- [14] **Ackoff, R.L.** Za predelami sotsializma i kapitalizma: razvivayushcheyesia obshchestvo [Beyond Socialism and Capitalism: Developing Society] / R.L. Ackoff // Problemy upravleniya v sotsialnykh sistemakh. - 2009. - Vol. 1. - No. 1. - P. 112-140.
- [15] **O'Grady, P.** Issues in concurrent engineering systems / P. O'Grady, R. Young // Journal of Design and Manufacturing. - 1991. - Vol. 1. - No 1. - P. 27-34.
- [16] **Vittikh, V.A.** Soglasovannaya inzhenernaya deyatelnost. Sostoyanie, problem, perspektivy [Concerted Engineering Actions. Condition, Problems, Prospects] / V.A. Vittikh // Problemy mashinostroyeniya i nadezhnosti mashin. - 1997. - No. 1. - P. 6-14.
- [17] **Cloke, K.** Konets menedzhmenta i stanovlenie organizatsionnoy demokrati [The End of Management and the Rise of Organizational Democracy] / K. Cloke, J. Goldsmith. - St. Petersburg: Piter, 2004. - 368 p.
- [18] **Vittikh, V.A.** Razrabotka sistem podderzhki kommunikativnykh deystviy [Elaboration of Communication Actions Support Systems] / V.A. Vittikh, M.V. Ignatyev, S.V. Smirnov // Problemy upravleniya i modelirovaniya v slozhnykh sistemakh: Trudy XIV mezhdunarodnoy konferentsii (June 19-22, 2012, Samara, Russia). - Samara: Samarskiy nauchniy tsentr RAN, 2012. - P. 125-130.
- [19] **Vittikh, V.A.** Ontologii v intersubektivnykh teoriyakh [Ontology in the Intersubjective Theories] / V.A. Vittikh, M.V. Ignatyev, S.V. Smirnov // Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie. - 2012. - No. 5. - P. 69-70.
- [20] Vsemirnaya entsiklopediya. Filosofiya [World Encyclopedia. Philosophy]. - Moscow: AST; Minsk: Kharvest, Sovremenniy literator, 2001. - 1312 p.
- [21] **Vittikh, V.A.** Metod sopriazhennykh vzaimodeystviy dlia upravleniya raspredeleniyem resursov v realnom masshtabe vremeni [Method of Conjugate Interactions to Control the Distribution of Resources in Real Time] / V.A. Vittikh, P.O. Skobelev // Avtometriya. - 2009. - No. 2. - P. 78-87.
- [22] **Vittikh, V.A.** Multiagentnye modeli vzaimodeystviya dlia postroeniya setey potrebnostey i vozmozhnostey v otkrytykh sistemakh [Multi-Agent Models of Interaction for Networking Needs and Opportunities in Open Systems] / V.A. Vittikh, P.O. Skobelev // Avtomatika i telemekhanika. - 2003. - No. 1. - P. 177-185.
- [23] **Vittikh, V.A.** Priniatiye resheniy na osnove konsensusa s primeneniyem multiagentnykh tekhnologiy [Decision Making by Consensus with Application of Multi-Agent Technology] / V.A. Vittikh, T.V. Moiseeva, P.O. Skobelev // Ontologiya proyektirovaniya [Ontology of Designing]. - 2013. - No. 2. - P. 20-25.

## Сведения об авторе



**Виттих Владимир Андреевич**, 1940 г. рождения. Окончил Куйбышевский индустриальный институт (ныне Самарский государственный технический университет) в 1962 г., д.т.н. (1976), профессор (1976). Научный советник Института проблем управления сложными системами РАН, заведующий кафедрой инженерии знаний Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики, член Научного совета Российской академии наук по теории управляемых процессов и автоматизации. В списке научных трудов более 280 работ (в том числе 5 монографий) по проблемам управления и моделирования в сложных системах.

**Vladimir Andreevich Vittikh** (b. 1940) graduated from Kuybyshev Industrial Institute (at present Samara State Technical University) in 1962, D.Sc.Eng. (1976), professor (1976). Scientific counselor of the Institute for the Control of Complex Systems of RAS, Head of the knowledge engineering department at Povolzhskiy State University of Telecommunication and Informatics, member of the scientific council on the theory of the controlled processes and the automation of the RAS. He is the author (co-author) of more than 280 publications (among them 5 monographers) deals with the complex systems, control, management and modeling problems.

knowledge engineering department at Povolzhskiy State University of Telecommunication and Informatics, member of the scientific council on the theory of the controlled processes and the automation of the RAS. He is the author (co-author) of more than 280 publications (among them 5 monographers) deals with the complex systems, control, management and modeling problems.

УДК 681.3.004.8

## **КРОСС-ТЕХНОЛОГИИ СИТУАЦИОННОГО ЦЕНТРА - КОГНИТИВНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

**В.А. Филимонов**

*Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН, Омский филиал, Омск, Россия  
filimov-v-a@yandex.ru*

### **Аннотация**

Рассматривается организация коллективной деятельности в ситуационном центре. Отмечено недостаточное использование научного потенциала. Ресурсы ситуационного центра дополнены сервисной командой, включающей координатора, методолога, игротехника и планшетиста. Как компонент технологии рассматривается прототипирование по правилу: «Наиболее простой вариант системы, включающий наиболее сложный элемент». Кросс-технологии рассматриваются как вариант комплексного использования потенциала различных информационных ресурсов. Приведен пример проекта использования ситуационного центра для борьбы с терроризмом. Отмечена целесообразность рефлексивного мониторинга терминологии. Подчеркнута необходимость фиксации субъекта, который является конечной инстанцией в интерпретации терминов и результатов работы. Приведены сведения о математических моделях субъектов с рефлексией, которые могут быть полезны при оценке потребительских свойств проектируемых изделий. Даны ссылки на интернет-ресурсы с публикациями по предложенному подходу.

***Ключевые слова:** коллективная деятельность, сервисная команда, субъект, рефлексия, структура определения, прототип.*

### **Введение**

Первая публикация в журнале, который автор данной статьи читает с самого первого номера, определяет особый формат изложения. Редколлегия журнала задала высокую планку технического совершенства и философского осмысления, и соответствовать этим требованиям достаточно трудно. В короткой статье невозможно описать все результаты, полученные в течение интервала, близкого к половине века. Однако в этом нет и необходимости: многие публикации имеются в открытом доступе в Интернете.

Общение с методологами школы Г.П. Щедровицкого и обучение в интернет-школе А.А. Зиновьева приучило первую встречу начинать с выполнения требования: «Предъяви свою квалификацию!». Автор по образованию является математиком, и даже внесён в Книгу рекордов Синуса математического факультета Омского государственного университета (ОмГУ) им. Ф.М. Достоевского как старейший программист (соответствующее удостоверение по результатам работы на ЭВМ «Урал-2» датировано 1965 г.). Затем были 18 лет работы в области связи, основные итоги которой представлены в монографии [1]. Затем при создании сложных человеко-машинных систем автор столкнулся с проблемами организации коллективной работы, и с 1988 г. по настоящее время занимается именно этими проблемами в Сибирском Отделении РАН. Значительную роль в понимании проблем коллективного исследования, проектирования и обучения сыграла возможность читать новые авторские курсы студентам и аспирантам: математикам ОмГУ и информатикам Омского государственного института сервиса.

Статья написана на основе принципа прототипирования, предложенного автором в монографии [1] для разработки комплекса программ моделирования устройств цифровой обра-

ботки сигналов: *«прототип – наиболее простой вариант системы, который содержит наиболее сложный элемент»*. Позже оказалось, что этот принцип полезен и для многих других ситуаций проектирования, а его применение облегчалось наличием определений сложности, а также технологии формирования нужных определений. Автор обозначил некоторые отличительные особенности предложенного им подхода, а в качестве наиболее сложного компонента (он же элемент) рассматривает здесь анализ некоторых терминов и модель субъекта.

Одним из мотивов к написанию данной статьи послужило странное впечатление стремительного появления новых научных инструментов и застывшая картина их использования. На конференции «Рефлексивные процессы и управление» в 2001 г. автору довелось услышать доклад представителя США об использовании ситуационных центров в процессе переговоров во время войны в Югославии. Наиболее впечатляющим методом была «очная ставка с действительностью в реальном времени». Выглядело это так: в случае противоречий переговорщиков относительно расположения вооружённых сил конфликтующих сторон посредниками давалась команда *«провести видеотрансляцию»* вертолёту, ближайшему к месту событий. С сожалением приходится констатировать, что аналогичная поддержка переговорных процессов в настоящее время отсутствует, хотя технические возможности увеличились многократно. Аналогичная картина имеет место и для многих научных достижений.

## 1 Кросс-технологии ситуационного центра

Ситуационные центры достаточно подробно описаны во множестве публикаций. При этом достаточно трудно найти сведения, подтверждающие заявления авторов и разработчиков об эффективности их использования. Так, хорошим примером обеспечения учебного процесса является комплекс из трёх ситуационных центров, созданный в 2008 г. в Международном государственном Институте международных отношений. Однако в открытом доступе не удалось найти сведений о результатах использования этого комплекса за прошедшие годы. Автор заявляет, что у него есть сведения об эффективности применения только отдельных компонентов предлагаемого им подхода. Комплексное применение – дело будущего, возможно, достаточно отдалённого.

В статье указаны только отличительные особенности предложенного подхода [2, 3]. Технологии ситуационного центра – это технологии, для которых он является инфраструктурой. Эта инфраструктура позволяет двигаться в реальном времени коллективного исследования, быстро подключать экспертов, создавать модели-прототипы и т.п. Когнитивной эту инфраструктуру делают компоненты, основанные на системах искусственного интеллекта, в том числе когнитивной графики, а также система поддержки коллективной работы.

Коллектив, который использует ситуационный центр для постановки и решения своих задач исследования, проектирования и обучения, называют *проектной группой*. Из известных методологических игр Г.П. Щедровицкого и С.В. Попова были заимствованы функциональные места группы поддержки коллективной деятельности в составе, как минимум, координатора, методолога, игротехника и планшетиста. Такая группа названа *сервисной командой*. Следует отметить, что роль этой команды может выполнять и один человек, если он в состоянии чётко различать функциональное место, которое надо задействовать в данный момент, и в состоянии оперативно менять эти места [4]. В данной публикации автор в качестве планшетиста представляет тексты и ссылки на интернет-ресурсы, осуществляет транслитерацию и т.п. операции, в качестве методолога работает с терминологией, а в качестве игротехника пытается концентрировать внимание потенциального читателя на то, что ему указывает координатор.

Кросс-технологии – это такие технологии, основой построения которых являются разные дисциплины (подходы) и/или группы дисциплин (подходов). Примером кросс-технологии может являться сочетание когнитивной графики (информатика) с психологическим мониторингом (психология) и физическими упражнениями, повышающими работоспособность (физиология). Один из наборов компонентов, входящих в конкретную кросс-технология, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Примеры компонентов кросс-технологии

<i>Аспект</i>	<i>Что (Кто) взаимодействует (примеры)</i>
Кросс-сенсорный	Различные органы чувств: зрение, слух, кинестетика, тактильное восприятие
Кросс-полушарный	Левое и правое полушария мозга (рациональный и иррациональный аспекты)
Кросс-персональный	Члены группы (коллектива): лица, принимающие решения, эксперты, преподаватели, ученики
Кросс-дисциплинарный	Дисциплины: математика, экономика, психология, история, управление, медицина, ...
Кросс-культурный	Культурные образцы (шаблоны): медицина, таблица умножения в Европе и в Китае

В качестве концепции полигона для отработки кросс-технологий использована идея рефлексивного театра ситуационного центра [2], в которой различные формы реализации фрагментов отдельных дисциплин сопровождаются рефлексивными комментариями в реальном времени.

Проектирование как процесс обычно поддерживается какой-либо системой управления проектами. В ситуационном центре существует возможность поддержки собственно проектной деятельности. Автору неизвестны примеры использования в ситуационных центрах систем автоматизации проектирования (САПР). По-видимому, это связано с ориентацией САПР на индивидуальную конвейерную работу в противовес коллективному использованию ситуационных центров, что требует соответствующей технологии. В ситуационном центре может быть организовано использование эвристик, в том числе и таких мощных средств как известная Теория Решения Изобретательских задач (ТРИЗ) Г.С. Альтшуллера. Заметим, что существует достаточно много публикаций по применению эвристик в проектах, существенно учитывающих рефлексивное поведение систем.

В качестве примеров использования ресурсов ситуационного центра отметим проект «Моделирование асимметричной среды» (Wargaming the Asymmetric Environment — WAE), которое разрабатывает агентство DARPA<sup>1</sup> (США), который должен позволить аналитикам спецслужб лучше понять мотивы и замысел террористических действий. Предполагается также разработать комплекс математических моделей, имитирующий поведение отдельных субъектов и небольших групп с учетом их психологии, культуры, политических взглядов, уровня образования и жизненного опыта (Scalable Social Network Analysis — SSNA).

## **2 Субъект — ключевое понятие кросс-технологий**

Существуют фундаментальные связи понятий, разрушение которых требует учёта того, что было исключено из рассмотрения. В качестве примеров можно указать «правое-левое», «Инь-Ян», «Задача-Программа-Исполнитель». Фундаментальной, и одной из наиболее важных для нас, является также известная триада «Субъект-Логика-Онтология». Логика – это конструктор, с помощью которого Субъект создаёт свою картину мира — Онтологию. В на-

<sup>1</sup> **DARPA** (англ. Defense Advanced Research Projects Agency — агентство передовых оборонных исследовательских проектов) — агентство Министерства обороны США, отвечающее за разработку новых технологий для использования в вооружённых силах. - <http://www.darpa.mil>

стоящее время «онтологией» могут назвать структурированное концептуальное описание практически любой системы. Автор готов принять и такую трактовку, хотя для него, например, «онтология вина и пицци» звучит, примерно, как «философия фирмы», где смысл глобальных категорий измельчается. Повсеместное употребление слова «цифры» вместо «числа» демонстрирует, если пользоваться статистическим термином, определённую робастность терминологии.

В связи с изложенным попытки построить универсальные словари практически всегда уязвимы при обнаружении субъекта, использующего альтернативные трактовки словарных терминов. Аналогичная уязвимость характерна и для терминов, обозначающих новые, по мнению авторов, науки, например, «эвергетики» [5] или «неокибернетики» [6]. Абсолютно прав Н.М. Боргест [7], когда пишет о необходимости «...краткосрочно договориться..» о терминах и определениях, и о наличии у каждого субъекта собственной картины мира. Вопрос состоит в следующем: как именно договариваться? Аналогичный вопрос можно адресовать и автору работ [5, 8], который дополнительно вводит условие отсутствия принуждения к согласию.

Подход автора состоит в том, что процесс такой краткосрочной договорённости начинается с формирования прототипа и определения требуемой степени адекватности, а затем продолжается под контролем методолога сервисной команды. Такой способ можно назвать рефлексивным мониторингом терминологии. Добавим, что для психологической защиты членов проектной группы и сервисной команды может быть введена работа под масками [3].

В качестве примера работы с терминологией рассмотрим определение понятия «модель». Достаточно распространённый вариант можно сформулировать так: «модель – это система, исследование которой служит средством для получения информации о другой системе, это упрощённое представление реального объекта и/или протекающих в нём процессов, явлений». В таком определении отсутствует субъект и, соответственно, исчезает акт субъективного выбора или появления модели. Приведём авторский вариант [1]: «Объект М называется моделью объекта S для исследующей системы I, если результаты  $Q_m$  исследования объекта M предназначаются системой I для использования вместо результатов  $Q_s$  объекта S».

Для построения прототипов определений используется схема «4 уровня», представленная в таблице 2.

Таблица 2 – Пример рассмотрения определения понятия «модель» по схеме «4 уровня»

<i>Уровень</i>	<i>Проявление на данном уровне</i>
Имя	Модель
Форма	Натурная, математическая, мысленная, ...
Функция	Замещать объект при исследовании
Фундамент (почему могут быть выполнены функции)	Единство законов природы и общества, стабильность условий, способность субъекта к ассоциативному мышлению, ...

Отметим в этом разделе малоизвестные результаты исследований экспертных качеств субъекта, рассмотренных на основе математической модели В.А. Лефевра [9]. При оценке по категориям имеет место систематическое искажение, обусловленное относительной частотой предъявления оцениваемых объектов (процессов). Известным на практике примером этого эффекта является завышение оценок, когда экзамен сдаёт слабая группа школьников (студентов). В другом примере при исследовании сенсорных характеристик, таких как вес, яркость, сила звука и т.п. в одних случаях оценки субъектов описывались степенным законом Стивенса, а в других – логарифмическим законом Вебера-Фехнера. Как показано в [10], закону Стивенса соответствует прямая оценка интенсивностей физических стимулов, а закону

Вебера-Фехнера – оценка субъектом интенсивностей своих переживаний по поводу стимулов. В [11, 12] с использованием данной математической модели сделана интерпретация результатов проведенных в США экспериментов по оценке моральных характеристик (степени виновности при оценке судом присяжных) в условиях наличия и отсутствия магнитного воздействия на участок мозга, ответственного за рефлексивные процессы.

Представляется, что эти результаты надо учитывать, например, при оценке потребительских качеств проектируемых объектов.

## **Заключение**

В статье обозначены положения по организации коллективной деятельности, которые автор рекомендует к использованию и готов отстаивать в дискуссиях:

- обязательное указание субъектов (индивидуальных и коллективных), которые отвечают за интерпретацию терминов и/или их используют, а также наличие моделей этих субъектов;
- определение является рабочим инструментом, и требует указания границ применимости;
- построение прототипов терминов, проектов и т.п. является полезным приемом организации коллективной деятельности;
- объединение ресурсов ситуационных центров и грамотной методологической организации способно улучшить параметры коллективной работы.

Конкретные авторские методы, рекомендации и другую информацию по организации коллективной деятельности, представленные в монографиях и сборниках конференции, размещены на персональных страницах [www.ofim.oscsbras.ru/~filimono](http://www.ofim.oscsbras.ru/~filimono) и [www.ofim.oscsbras.ru/~rtsc2007](http://www.ofim.oscsbras.ru/~rtsc2007).

## **Благодарности**

Автор выражает признательность коллегам Н.М. Боргесту и В.А. Виттиху, за работами которых он давно следит с большим вниманием и интересом. Эти работы поддерживают исследовательский азарт, который является необходимым условием существования науки как сферы человеческой деятельности.

## **Список источников**

- [1] *Полляк, Ю.Г.* Статистическое машинное моделирование средств связи / Ю.Г. Полляк, В.А. Филимонов. – М.: Радио и связь, 1988. – 176 с.
- [2] *Мухаметдинова, С.Х.* Кросс-технологии ситуационного центра в управлении коллективной проектной деятельностью / С.Х. Мухаметдинова, В.А. Филимонов. – Омск: Омский гос. ин-т сервиса, 2012. – 120 с.
- [3] *Филимонов, В.А.* Кросс-технологии ситуационного центра как инфраструктура коллективной многодисциплинарной деятельности / В.А. Филимонов // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XV Международной конф. (25-28 июня 2013 г., Самара, Россия). – Самара: СНЦ РАН, 2013. – С. 313-316.
- [4] *Филимонов, В.А.* Кросс-технологии ситуационного центра: от планшета до полигона / В.А. Филимонов // Труды XIX Байкальской Всероссийской конф. «Информационные и математические технологии в науке и управлении». Часть III. – Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2014. - С. 103-109.
- [5] *Виттих, В. А.* Проблемы эвергетики / В. А. Виттих // Проблемы управления. – 2014. - № 4. – С. 69–71.
- [6] *Крылов, С.М.* Неокибернетика: Алгоритмы, математика эволюции и технологии будущего / С.М. Крылов. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 288 с.
- [7] *Боргест, Н.М.* Ключевые термины онтологии проектирования: обзор, анализ, обобщения / Н.М. Боргест // Онтология проектирования. – 2013. - №3(9). – С. 9-31.

- [8] **Виттих, В. А.** Введение в теорию интерсубъективного управления / В.А. Виттих. – Самара: СНЦ РАН, 2013. – 64 с.
- [9] **Лефевр, В.А.** Рефлексия / В.А. Лефевр. – М.: Когито-центр, 2003. – 496 с.
- [10] **Лефевр, В.А.** Что такое одушевлённость / В.А. Лефевр. – М.: Когито-центр, 2013. – 125 с.
- [11] **Filimonov, V.A.** Application of the Reflexive Analysis for Formalization of Situations of the Estimation and of the Choice / V.A. Filimonov // Материалы Всероссийской конф. с международным участием «Знания-Онтологии-Теории» (8-10 октября 2013 г., Новосибирск, Россия). Т. 2. – Новосибирск: ИМ СО РАН, 2013. – С. 169-173.
- [12] **Filimonov, V.A.** Implementation of the reflexive analysis of V.A. Lefebvre as an example of creation of the active environment / V.A. Filimonov // Рефлексивные процессы и управление: Сб. материалов IX Международного симпозиума (17-18 октября 2013 г., Москва, Россия). – М.: Когито-Центр, 2013. – С. 251-253.

## CROSS-TECHNOLOGIES OF THE SITUATIONAL CENTER - A COGNITIVE INFRASTRUCTURE OF DESIGN

**V.A. Filimonov**

*Sobolev Institute of Mathematics, SB RAS, Omsk Department, Omsk, Russia  
filimonov-v-a@yandex.ru*

### Abstract

The organization of a collective activity in a situational center is considered. Insufficient use of scientific potential is noted. Resources of a situational center are added by service team. The team consist of a coordinator, a methodologist, a psychologist and a program engineer. Very important component of the technology is prototyping by the rule: "The simplest option of system including the most complex element". Cross-technologies are considered as option of complex use of potential of various information resources. The example of the project of use of a situational center for fight against terrorism is given. Cross-technologies are considered as an option of complex use of potential of various information resources. The example of the project of usage of a situational center for fight against terrorism is given. Some mathematical models of subjects with a reflexion that can be useful at an assessment of consumer properties of the projected products are described. References to Internet resources with publications on the offered approach are given.

**Key words:** *collective activity, service team, subject, reflection, structure of definition, prototype*

### Reference

- [1] **Pollyak, Yu.G.** Statisticheskoe mashinnoe modelirovanie sredstv svyazi [Statistical computer simulation of means of communication] / Yu.G. Pollyak, V.A. Filimonov. – М.: Радио и связь, 1988. – 176 p. (In Russian).
- [2] **Muhametdinova, S.H.** Kross-tekhnologii situacionnogo centra v upravlenii kollektivnoj proektnoj deyatel'nostyu [Cross-technologies of the situational center in management of collective design activity] / S.H. Muhametdinova, V.A. Filimonov. – Omsk: Omskij gos. in-t servisa, 2012. – 120 p. (In Russian).
- [3] **Filimonov, V.A.** Kross-tekhnologii situacionnogo centra kak infrastruktura kollektivnoj mnogodisciplinarnoj deyatel'nosti [Cross-technologies of a situational center as an infrastructure of collective multidisciplinary activity] / V.A. Filimonov // Problemy upravleniya i modelirovaniya v slozhnyh sistemah: Proceedings of the XV international conference (25-28 June 2013, Samara, Russia). – Samara: SamNC RAN, 2013. – P. 313-316. (In Russian).
- [4] **Filimonov, V.A.** Kross-tekhnologii situacionnogo centra: ot plansheta do poligona [Cross-technologies of a situational center: from a tablet to a proving ground] / V.A. Filimonov // Informacionnye i matematicheskie tekhnologii v nauke i upravlenii: Proceedings of the XIX international conference (29 June – 06 July 2014, Irkutsk, Russia). Part III. – Irkutsk: ISEHM SO RAN, 2014. – P. 103-109. (In Russian).
- [5] **Vittikh, V.A.** Vvedenie v teoriyu intersub'ektivnogo upravleniya [Introduction to the theory of intersubjects control] / V.A. Vittikh. – Samara: SamNC RAN, 2013. – 64 p. (In Russian).
- [6] **Krylov, S.M.** Neokibernetika: Algoritmy, matematika ehvolyucii i tekhnologii budushchego [Neokibernetika: Algorithms, mathematics of evolution and technology of the future] / S.M. Krylov. – М.: Izd-vo LKI, 2008. – 288 p. (In Russian).



- [7] **Borgest, N.M.** Klyuchevye terminy ontologii proektirovaniya: obzor, analiz, obobshcheniya [Key terms of ontology of design: review, analysis, generalizations] / N.M. Borgest // Ontologiya proektirovaniya [Ontology of Designing]. – 2013. – No 3(9). – P. 9-31. (In Russian).
- [8] **Vittikh, V.A.** Problemy ehvergetiki [Problems of Evergetics] / V.A. Vittikh // Problemy upravleniya [Control Sciences]. – 2014. - No 4. – P. 69–71. (In Russian).
- [9] **Lefebvre, V.A.** Refleksiya [Reflection] / V.A. Lefebvre. – M.: Kogito-centr, 2003. – 496 p. (In Russian).
- [10] **Lefebvre, V.A.** Chto takoe odushevlyonnost [What is the animasy] / V.A. Lefebvre. – M.: Kogito-centr, 2013. – 125 p. (In Russian).
- [11] **Filimonov, V.A.** Application of the Reflexive Analysis for Formalization of Situations of the Estimation and of the Choice / V.A. Filimonov // Proceedings of the international conference KONT (8-10 October 2013, Novosibirsk, Russia). Vol. 2. – Novosibirsk: IM SO RAN, 2013. - P. 169-173.
- [12] **Filimonov, V.A.** Implementation of the reflexive analysis of V.A. Lefebvre as an example of creation of the active environment / V.A. Filimonov// Refleksivnye processy i upravlenie. Proceedings of the IX international symposium (17-18 October 2013, Moscow, Russia). – M.: Kogito-Centr, 2013. - P. 251-253.
- 

### Сведения об авторе



**Филимонов Вячеслав Аркадьевич**, 1946 г. рождения. Окончил Томский государственный университет им. В.В. Куйбышева в 1970 г., д.т.н. (2000). Старший научный сотрудник Омского филиала Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН, профессор кафедры программного обеспечения и защиты информации Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского, профессор кафедры прикладной информатики и математики Омского государственного института сервиса. В списке научных трудов более 100 статей и тезисов докладов, 4 монографии (в соавторстве) в области системного анализа, техники связи, информатики.

**Filimonov Viacheslav Arkadjevich** (b.1946) graduated from the Tomsk State University (1970), D. Sc. Eng. (2000). He is a Senior Researcher at Sobolev Institute of Mathematics, SB RAS, Omsk Department, holding a part-time position of a professor at Omsk State University (department of software and information security) and a professor at Omsk State Institute of Service (department of applied informatics and mathematics). He is co-author of 4 monographs and more than 100 scientific articles and abstracts in the field of system analysis, communications and informatics.

## Рекомендуемые издания 2014-2015 года по тематике журнала



### **Боргест Н.М. Будущее университета. Онтологический подход.** LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. - 112 с.

Кратко показана история становления и развития университета, как важного элемента общественно-государственной системы развития цивилизации. На основе онтологического анализа рассмотрены сущности предметной области «университет». Выявлены свойства и отношения исследованных сущностей. Приведен анализ оценки будущего высшей школы России, а также анализ моделей и стратегий развития университетов. Исследованы вопросы мотивации в системе университет. Показаны примеры и технологии реализации проектного обучения в вузах России и за рубежом. Представлен материал по автоматизации процессов, сопровождающих деятельность университета. На основе мультиагентной парадигмы рассмотрены возможности автоматизации многих бизнес-процессов, подробно исследованы процессы набора контингента и распределения выпускников. Предложен организационно-программный механизм автоматического зачисления студентов в университеты России на основе ЕГЭ и листка приоритетов абитуриента. Система менеджмента качества на базе стандарта ISO 9000 рассматривается как первый шаг на пути к автоматизации процессов в университете. Сборник статей представляет интерес для тех, кого волнует судьба будущего университета.



### **Митио Каку. Будущее разума.**

Пер. с англ. - М.: Альпина Нон-фикшн, 2015. - 502 с.

Прямое мысленное общение с компьютером, телекинез, имплантация новых навыков непосредственно в мозг, видеозапись образов, воспоминаний и снов, телепатия, аватары и суррогаты как помощники человечества, экзоскелеты, управляемые мыслью, и искусственный интеллект. Это все наше недалекое будущее. В ближайшие десятилетия мы научимся форсировать свой интеллект при помощи генной терапии, лекарств и магнитных приборов. Наука в этом направлении развивается стремительно. Изменится характер работы и общения в социальных сетях, процесс обучения и в целом человеческое развитие. Будут побеждены многие неизлечимые болезни, мы станем другими. Готов ли наш разум к будущему? Что там его ждет? На эти вопросы, опираясь на последние исследования в области нейробиологии и физики, отвечает Митио Каку, футуролог, популяризатор науки и автор научно-популярных бестселлеров.

### **Почему книга «Будущее разума» достойна прочтения**

Уникальная возможность – заглянуть в будущее! Невероятно сложные идеи по таким вопросам, как нанотехнологии, искусственный интеллект и космические путешествия, автор дает самым доступным для читателя языком... невозможно оторваться! Митио Каку— выдающийся ученый, один из создателей теории струн, получил особое признание во всем мире благодаря активной деятельности по популяризации теоретической физики и современных концепций об устройстве мироздания. Книги автора, в том числе такие бестселлеры, как «Физика невозможного» и «Физика будущего», переведены на десятки языков, а радио- и телепередачи слушают и смотрят на сотнях каналов.



### **Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология: словарь системы основных понятий.** - М.: УРСС, 2015. - 208 с.

Настоящий словарь, написанный академиком РАО А.М. Новиковым и членом-корреспондентом РАН Д.А. Новиковым, содержит около 300 статей, раскрывающих содержание основных понятий методологии. Системность совокупности приводимых понятий обеспечивается покрытием предметной области, полнотой и непротиворечивостью связей между ними. Работа предназначена для научных и практических работников, а также студентов, аспирантов и докторантов; в первую очередь - для преподавателей вузов и институтов повышения квалификации для использования при подготовке курсов лекций по теории систем, системному анализу, методологии научных исследований, инновационной деятельности, проектированию систем, управлению проектами и т.д.



OSTIS-2015

**V международная научно-техническая конференция  
«Открытые семантические технологии  
проектирования интеллектуальных систем»  
Open Semantic Technologies for Intelligent Systems  
19 – 21 февраля 2015 г. Минск. Республика Беларусь**

**ОСНОВНЫЕ ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ**

- Российская ассоциация искусственного интеллекта (РАИИ)
- Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (БГУИР)
- Государственное учреждение «Администрация Парка высоких технологий» (Республика Беларусь)

**ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ**

- |  |   |
|--|---|
| <b>Кузнецов О.П.</b> , д.т.н., проф., РФ     | <b>Массель Л.В.</b> , д.т.н., проф., РФ                       |
| <b>Боргест Н.М.</b> , к.т.н., доц., РФ       | <b>Найденова К.А.</b> , к.т.н., РФ                            |
| <b>Борисов А.Н.</b> , д.т.н., проф., Латвия  | <b>Невзорова О.А.</b> , к.т.н., доцент, РФ                    |
| <b>Валькман Ю.Р.</b> , академик РАН, Украина | <b>Осипов Г.С.</b> , д.ф.-м.н., проф., РФ                     |
| <b>Васильев С.Н.</b> , д.ф.-м.н., проф., РФ  | <b>Палюх Б.В.</b> , д.т.н., проф., РФ                         |
| <b>Гаврилова Т.А.</b> , д.т.н., проф., РФ    | <b>Петровский А.А.</b> , д.т.н., проф., РБ                    |
| <b>Глоба Л.С.</b> , д.т.н., проф., Украина   | <b>Петровский А.Б.</b> , к.ф.-м.н., д.т.н., проф., РФ         |
| <b>Голенков В.В.</b> , д.т.н., проф., РБ     | <b>Плесневич Г.С.</b> , к.ф.-м.н., РФ                         |
| <b>Головко В.А.</b> , д.т.н., проф., РБ      | <b>Роберт И.В.</b> , д.п.н., проф., РФ                        |
| <b>Гордей А.Н.</b> , д.фил.н., проф., РБ     | <b>Родченко В.Г.</b> , к.т.н., доц., РБ                       |
| <b>Грибова В.В.</b> , д.т.н., РФ             | <b>Сидоркина И.Г.</b> , д.т.н., проф., РФ                     |
| <b>Гулякина Н.А.</b> , к.ф.-м.н., доц., РБ   | <b>Смирнов С.В.</b> , д.т.н., проф., РФ                       |
| <b>Еремеев А.П.</b> , д.т.н., проф., РФ      | <b>Соловьёв С.Ю.</b> , д.ф.-м.н., проф., РФ                   |
| <b>Ефименко И.В.</b> , к. фил. н., РФ        | <b>Соснин П.И.</b> , д.т.н., проф., РФ                        |
| <b>Заболеева-Зотова А.В.</b> , д.т.н., РФ    | <b>Стефанюк В.Л.</b> , д.т.н., проф., РФ                      |
| <b>Загорюлько Ю.А.</b> , к.т.н., доц., РФ    | <b>Сулейманов Д.Ш.</b> , академик АН Республики Татарстан, РФ |
| <b>Клещёв А.С.</b> , д.т.н., проф., РФ       | <b>Тарасов В.Б.</b> , к.т.н., доц., РФ                        |
| <b>Кобринский Б.А.</b> , д.мед.н., РФ        | <b>Тельнов Ю.Ф.</b> , д.э.н., проф., РФ                       |
| <b>Козлов О.А.</b> , д.п.н., проф., РФ       | <b>Тузиков А.В.</b> , д.ф.-м.н., проф., РБ                    |
| <b>Комарцова Л.Г.</b> , д.т.н., РФ           | <b>Харламов А.А.</b> , д.т.н., РФ                             |
| <b>Курейчик В.М.</b> , д.т.н., проф., РФ     | <b>Хорошевский В.Ф.</b> , д.т.н., проф., РФ                   |
| <b>Ланд Д.В.</b> , д.т.н., Украина           | <b>Чернявский А.Ф.</b> , академик НАН Беларуси                |
| <b>Лобанов Б.М.</b> , д.т.н., проф., РБ      | <b>Шарипбаев А.А.</b> , д.т.н., проф., Казахстан              |
| <b>Лукашевич Н.В.</b> , к.физ.-мат. н., РФ   | <b>Щербак С.С.</b> , к.т.н., доц., Украина                    |

**НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ:**

- *Принципы, лежащие в основе семантического представления знаний, и их унификация. Типология знаний и особенности семантического представления различного вида знаний и метазнаний. Связи между знаниями и отношения, заданные на множестве знаний. Семантическая структура глобальной базы знаний, интегрирующей различные накапливаемые знания*
- *Модели решения задач, в основе которых лежит обработка знаний, осуществляемая непосредственно на уровне семантического представления обрабатываемых знаний. Семантические модели информационного поиска, интеграции знаний, анализа корректности и качества баз знаний, сборки информационного мусора, оптимизации баз знаний, дедуктивного и индуктивного вывода в базах знаний, правдоподобных рассуждений, распознавания образов, интеллектуального управления. Интеграция различных моделей решения задач*
- *Семантические модели восприятия информации о внешней среде и отображения этой информации в базу знаний*
- *Семантические модели мультимодальных пользовательских интерфейсов интеллектуальных систем, в основе которых лежит семантическое представление используемых ими знаний, и унификация этих моделей*
- *Семантические модели естественно-языковых пользовательских интерфейсов интеллектуальных систем. Структура семантического представления лингвистических баз знаний, описывающих естественные языки и обеспечивающих решение задач понимания естественно-языковых текстов и речевых сообщений, а также задач синтеза естественно-языковых текстов и речевых сообщений, семантически эквивалентных заданным фрагментам баз знаний*
- *Интегрированные комплексные логико-семантические модели интеллектуальных систем, основанные на семантическом представлении знаний, и их унификация*
- *Средства и методы, основанные на семантическом представлении знаний и ориентированные на проектирование различных типовых компонентов интеллектуальных систем (баз знаний, программ, решателей задач, интерфейсов)*
- *Средства и методы, основанные на семантическом представлении знаний и ориентированные на комплексное проектирование различных классов интеллектуальных систем (интеллектуальных справочных систем, интеллектуальных обучающих систем, интеллектуальных систем управления, интеллектуальных робототехнических систем, интеллектуальных систем поддержки проектирования и др.)*
- *Прикладные интеллектуальные системы, основанные на семантическом представлении используемых ими знаний*

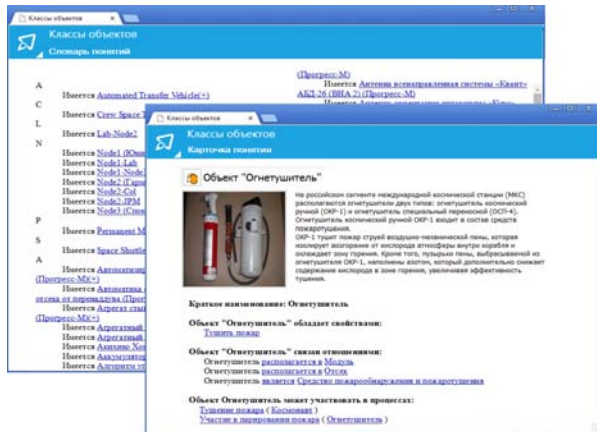
Сайт конференции <http://conf.ostis.net>



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ  
**«РАЗУМНЫЕ РЕШЕНИЯ»**

<http://www.smartsolutions-123.ru/>

## Конструктор онтологий НПК «Разумные решения»



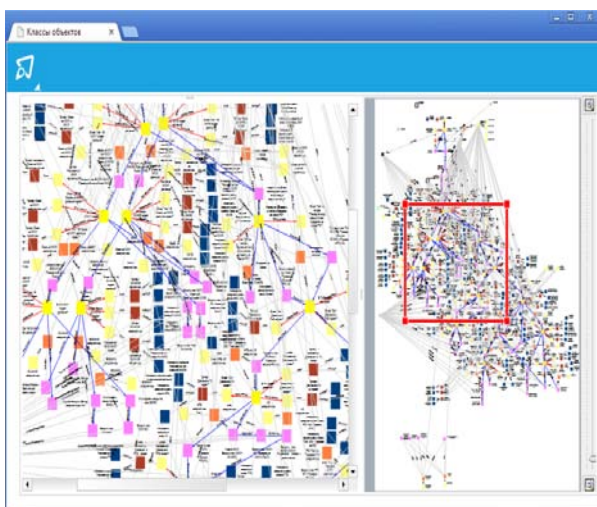
Конструктор онтологий позволяет описывать знания о предметной области, строить концептуальные модели деятельности предприятий, а также формировать модели ситуаций (сцены), используемые для ситуационного управления в интеллектуальных системах поддержки принятия решений нового класса на основе мультиагентных технологий, базирующихся на принципах самоорганизации и эволюции.

В Конструкторе онтологий выделяются три уровня описания предметной области: «онтология» - «модель» - «ситуация (сцена)».

- Онтология описывает понятия и отношения (подобно толковому словарю), необходимые для описания знаний в любой предметной области (аэрокосмические организации, биотехнологии, медицина, наносистемы, живые системы и т.д.); на основе онтологии в дальнейшем строится модель деятельности.
- Модель описывает устойчивые конфигурации объектов, упрощающие создание формализованных описаний сцен в конкретных ситуациях (например, не следует каждый раз описывать конфигурацию международной космической станции (МКС), достаточно сохранять эти сведения в модели для дальнейшего использования).
- Ситуация (сцена) описывает экземпляры понятий и отношений в заданный момент времени (набор фактов); сцена подобна мгновенной «фотографии» ситуации в заданный момент времени.

### Основные возможности Конструктора онтологий:

- Проектирование онтологий, описывающих статические знания о предметной области (классы объектов, свойств, атрибутов и отношений);
- Описание динамических знаний о предметной области (процессы, действия);
- Конструирование бизнес-процессов;
- Конструирование сценариев развития событий для использования их в процессе моделирования;
- Моделирование изменений согласно описанным сценариям и правилам.



### Примеры успешного применения Конструктора онтологий в системах, используемых в РКК «Энергия»:

- Мультиагентная система построения программы полёта, грузопотока и расчёта ресурсов РС МКС;
- Интеллектуальная система поддержки принятия решений при использовании бортовых ресурсов в процессе парирования аварийных ситуаций;
- Автоматизированная система организации оперативных работ смен Главной Оперативной Группы Управления (ГОГУ);
- Адаптивный тренажер для формирования и восстановления навыков ситуационной поддержки принятия решений специалистами ГОГУ;
- Мультиагентная система формирования и выполнения программ научно-прикладных исследований на РС МКС.



## 21 декабря 2014 года исполняется 60 лет Боргесту Николаю Михайловичу

### СИЛА в ПРАВДЕ!

А правда в том, что тостующие, обычно, говорят о себе, начальники не забывают награждать себя, ну и юбиляры, конечно, пишут резюме и тексты о себе сами. Не исключением буду и я. Мне действительно скоро будет 60, и я в это с трудом верю, как в свое время не верил в 20, 30, 40 и 50!...

Когда был подготовлен пилотный номер нашего журнала, я сказал своему отцу, который отмечает в декабре этого года свое 90-летие, что я нашёл для себя дело на всю оставшуюся жизнь – это журнал «Онтология проектирования»!

Я по прежнему радуюсь выпуску каждого номера, мне интересно общаться с авторами, читателями и членами редколлегии, я с удовольствием занимаюсь исследованиями и готовлю свои статьи в наш журнал.

Я счастлив, что у меня живы родители, которые борются с недугами и тем самым дают пример любви к жизни, что у меня две замечательные дочери, и что есть первый внук, который для меня самый красивый, талантливый и самый сильный на свете. И это чистая ПРАВДА!..

Правда и в том, что не всегда она нужна эта ПРАВДА, не все хотят знать её, или чтобы её знали другие. «ПРАВДА колит глаза» - гласит русская пословица. Поэтому нет прямого взгляда у нечестных, отводят взор неправедные, боятся открытых встреч несправедливо поступившие и поступающие.

Сила безмерно вырастает с ПРАВДОЙ, и это факт! Знающий дело и понимающий цель внутренне мотивирован. ПРАВДА синоним истины, обладание которой внутренне приближает нас к пониманию особой ответственности за её использование, применение...

Доброе слово всем приятно. Подарок, не организуемый каким-либо событием, приятен вдвойне. Сова, подаренная выпускниками, для меня это лучшая оценка моей педагогической практики в университете.

Но лучший подарок для каждого – это, конечно, его жизнь, которая удивительным образом формирует в нас стремление достигать ускользающих целей и где внутренним камертоном у каждого есть то, с чем может быть согласна или нет сущность, часто называемая душой или совестью.



Я благодарен родителям, родителям родителей и далее по древу всем, кто что-то делал, творил, любил, страдал, радовался и в результате чего появился в конечном итоге Я, который также что-то делает, творит, учит и учится, создает и порой разрушает, любит и также страдает. Этот краткий отрезок бытия, который каждому из нас предстоит пройти, удивительно прекрасен. И хочется, очень сильно хочется познать многое из этой бездны мироздания, познать онтологию жизни, онтологию её проектирования.

Девиз нашего журнала по пролетарски прост:

**Онтологи и проектанты всех стран и предметных областей, присоединяйтесь!**

На рисунке представлена обложка книги «Будущее университета», вышедшей в издательстве Lambert в ноябре 2014 года. Это скромный подарок альма-матер от автора.

Индекс 29151

## Подписка на журнал 2015

Продолжается подписка на номера журнала  
«**Онтология проектирования**» на 2015 год.

Стоимость подписки на год через редакцию журнала 2000 руб.

Подробности на сайте журнала.

Для подписчиков журнала, оформивших подписку на 2015 год, **бонус** от редакции журнала в виде книги, рекомендованной к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева (национальный исследовательский университет) (СГАУ)» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки магистров (Авиастроение).



Книга может быть полезна аспирантам, научным сотрудникам, инженерам и всем тем, кого интересует суть процесса проектирования.

Пособие по одноименной дисциплине «Онтология проектирования» подготовлено на кафедре конструкции и проектирования летательных аппаратов СГАУ. В нём излагаются теоретические основы новой учебно-научной дисциплины: истоки онтологии, терминологические соглашения, принципы проектирования, психология проектирования, онтология как спецификация концептуализации, языки описания и инструменты проектирования онтологий. На основе системного подхода, достижений информационных технологий и современной философии обосновывается целесообразность дальнейшего развития онтологического анализа начального этапа жизненного цикла сложных систем – этапа проектирования.

Второе издание пособия (1-е вышло в 2010 году) переработано и дополнено. В него вошли материалы, опубликованные автором в период 2010-2014 г.г. в научных журналах и трудах международных научных конференций.

*Ontologists and designers of all countries and subject areas, join us!*



Издательство «Новая техника» - Publisher «New Engineering» Ltd  
Россия, 443010, Самара, ул.Фрунзе 145 - 145, Frunze Str., Samara, 443010, Russia