

УДК 50.03

## ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИТУАЦИОННОМ УПРАВЛЕНИИ

С.В. Смирнов

*Институт проблем управления сложными системами РАН  
smirnov@iccs.ru*

### Аннотация

В статье анализируются фундаментальные причины сходства структурной схемы процесса принятия решения по регулированию проблемной ситуации с позиций постнеклассической науки и общей схемы онтологического моделирования. Между элементами указанных схем устанавливается соответствие для обоснования онтологического подхода к реализации ситуационного управления. Сопоставляется содержание соответствующих друг другу элементов схем с целью раскрытия механизмов ситуационного управления. Построение информационных моделей предпонимания и понимания в ситуационном управлении предлагается рассматривать как задачу построения онтологий предметных областей и онтологических моделей ситуаций.

**Ключевые слова:** *схема моделирования, онтология, объектная модель, онтологическая модель ситуации, ситуационное управление, трансформация объектной модели, эксперимент с моделью*

### Введение

На рисунке 1 представлена схема, иллюстрирующая точку зрения автора на состав и взаимосвязи основных этапов и информационных продуктов (производимых «единиц знаний») метода моделирования [1-3]. Поскольку вполне естественно отождествлять *концептуальные модели* предметных областей<sup>1</sup> (ПрО) с *онтологиями*<sup>2</sup> - видом информационных моделей, получившим широкое признание за последние два десятилетия, – то можно считать, что на рисунке 1 приведена схема *онтологического моделирования* ПрО.

Солидарно с другими исследователями в упомянутых работах подчеркивалось, что даже при условии компьютерной поддержки моделирование является *человеко-машинным процессом*, и автоматически могут быть выполнены лишь отдельные шаги в рамках основных этапов. Это определяет итерационный характер процесса моделирования, когда каждый этап включает анализ полученного продукта и имеет возможность вернуть процесс на любой из предшествующих этапов.

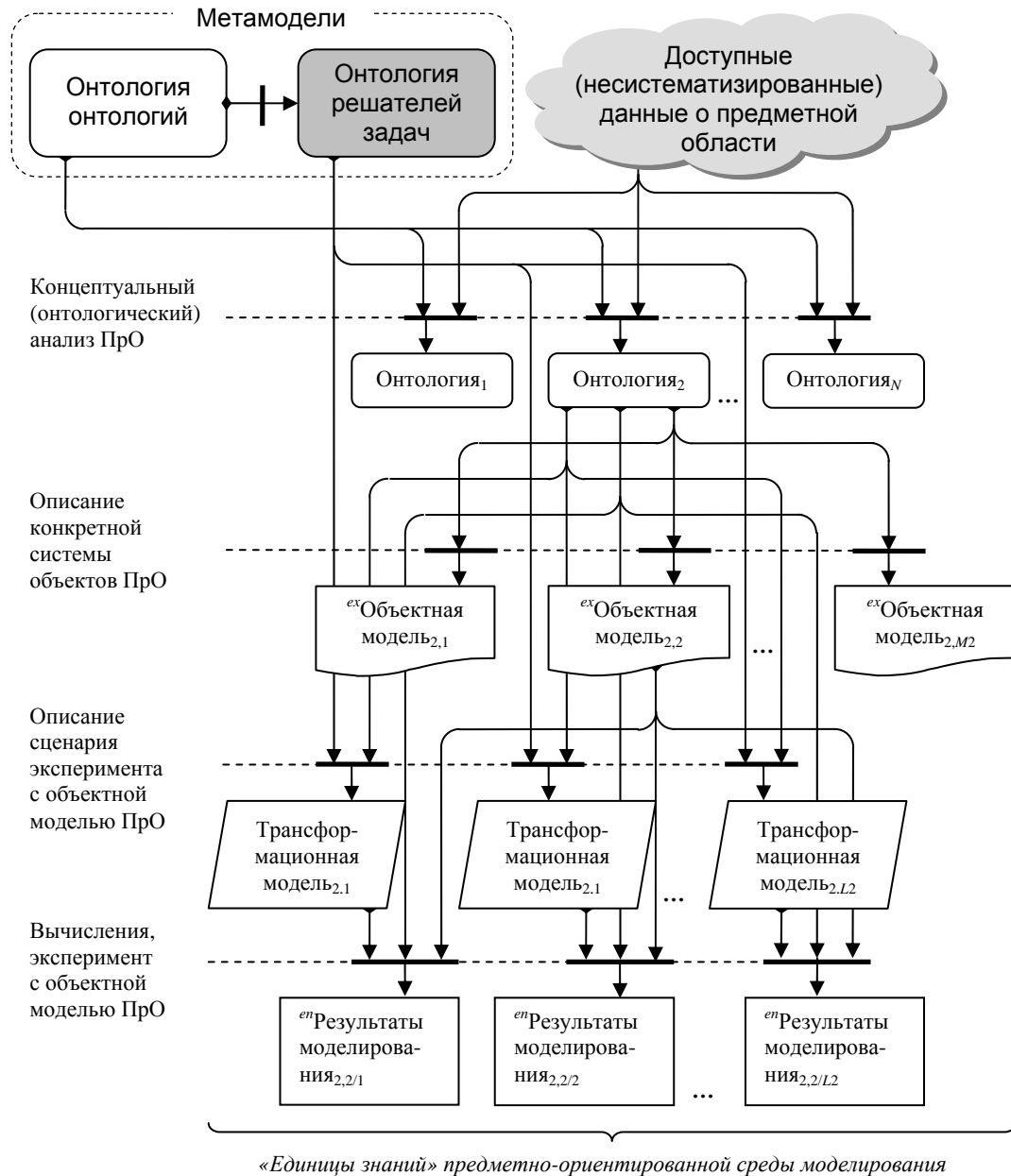
Поэтому, даже притом, что схема на рисунке 1 для простоты иллюстрации лишена обратных связей, при всём различии терминологии нетрудно заметить сходство рисунка 1 со *схемой процесса принятия решения по регулированию проблемной ситуации* в [6]. Представляется, что в основе этой общности лежит присущая человеческому сознанию достаточная

<sup>1</sup> В данной работе термины «предметная область» и «сложная система» употребляются как синонимы.

<sup>2</sup> Термин заимствован из философии и несет несколько иной смысл (определенно более узкий), чем в первоисточнике. В информатике онтология описывает некоторую *отрасль науки, предметную область (knowledge domain, domain of interest и т.п.)*. В частности, поэтому - в силу множественности наук и предметных областей, когда каждая из них имеет свою собственную или даже несколько конкурирующих терминологий, в информатике в противоположность философии приобретает смысл употребление множественного числа для термина, т.е. «*онтологии*» (*ontologies*). Общим пониманием такой онтологии, несмотря на отличающиеся варианты определения, является мнение, что это *спецификация некоторой концептуализации*. Отсюда ясна прагматическая роль онтологий в моделирующих средах, которая хорошо согласуется с ранее опубликованными точками зрения о *концептуальной составляющей* моделей ПрО, см., например, [4, 5].

определенность процесса *отражения и исследования* реального мира, и анализируемые схемы воспроизводят значительный *общественный опыт* в определении состава и взаимосвязи узловых этапов этого процесса.

В данной статье это наблюдение развивается путем сопоставления и более тесного увязывания элементов указанных схем, что в целом означает попытку обоснования *онтологического подхода к реализации ситуационного управления*.



Префиксы «<sup>ex</sup>» и «<sup>en</sup>» означают соответственно «экзогенная» и «эндогенная».

Рисунок 1 - Схема онтологического моделирования (обратные связи опущены)

## 1 Исходные данные для процессов управления и моделирования

Круг источников информации, «запускающей» процесс ситуационного управления, очерчен в статье [6] весьма широко: исходная информация может быть представлена в виде мультимедиа, текстов, баз данных. Главным условием, как и в схеме на рисунке 1, является *доступность* информации «лицам, готовым к выполнению познавательно-деятельных функций».

Вид исходной информации существенно влияет на результативность онтологического моделирования. Наиболее привлекательным и одновременно сложнейшим до сих пор остается извлечение и семантический анализ информации, содержащейся в *текстах на естественных языках* [7, 8]<sup>3</sup>. Благополучнее обстоит дело для структурированных исходных данных, например, *протоколов измерений* в форме таблиц «объекты-свойства» [9, 10], *реляционных баз данных* [11, 12] и т.п.

Отсутствие *искажения* и заинтересованного дозирования исходной информации, безусловно, весьма желаемые характеристики. Но, в принципе, различного рода неполнота информации может *учитываться* в онтологических моделях [13, 14] и/или *парироваться* различными специальными методами анализа данных [9, 15].

Разумное требование представления исходной информации в форме, удобной для восприятия акторами ситуационного управления, - это в определенном смысле и *важнейшая задача онтологического моделирования*. Речь идет о целесообразном абстрагировании бытия способом одновременно *естественным для сознания*, а, с другой стороны, *формальным*, пригодным для конструктивного теоретического анализа.

При «введении человека в теорию», что собственно отличает постнекласическую тенденцию в исследовании сложных систем [6, 16], «наблюдается постепенный сдвиг от принципа объективности, как обязательного даже в случае субъективных оценок, к признанию их зависимости от субъектов» [17, с. 17]. Поэтому с прагматической позиции рассматриваемую задачу онтологического моделирования целесообразно переформулировать: представление исходной информации в удобной для восприятия форме следует понимать как задачу создания *субъектно-ориентированных интерфейсов к разнородным источникам информации* об актуальной для субъекта части реального мира (к этому тезису вернёмся в разделе 3).

## 2 Онтологическое моделирование на «организационных» этапах ситуационного управления

Осознание потенциальными акторами проблемной ситуации и формирование адекватных структур для её регулирования [6] содержательно имеют характер организации (становления) сложной системы [18].

Выявление проблемной ситуации с успехом может опереться на инженерию знаний [19]:

- различные ментальные модели на основе визуализации сетевых структур (интеллектуальные карты, концептуальные графы, диаграммы Исикавы и т.п.);
- методы извлечения знаний (от пассивного наблюдения до «мозгового штурма» и обсуждения «за круглым столом»).

Инструменты онтологического моделирования обычно предусматривают визуализацию моделей, стимулирующую когнитивные способности пользователей в структурировании информации [20, 21], и вполне применимы для формирования реестров проблемных ситуаций, не только с *линейной*, но и с *сетевой* структурой.

<sup>3</sup> Здесь и далее в случае обзорной информации ссылки на источники не являются исчерпывающими, а указывают лишь меры работ по соответствующей тематике.

Аналогично могут быть построены онтологические модели структур, создаваемых для регулирования проблемной ситуации.

В конечном счете, упомянутые выше онтологические модели должны оказаться *составными частями* информационной модели проблемной ситуации, определяя её соответствующие аспекты.

### 3 Онтологии как интерфейс к информации о предметной области

Канту приписывается фраза: «*Anschauung ohne Begriffe ist blind*» - «воззрение без понятий слепо». В этом смысле онтологии как информационные модели понятийных структур субъекта определяют пределы его ориентирования в пространствах бытия, горизонты истолкования действительности и, следовательно, определяют его предпонимание.

В сжатой трактовке онтология – это общая, разделяемая коллективом субъектов концептуальная информационная модель ПрО, в «освоение» (проектирование, управление и т.п.) которой эти субъекты вовлечены. Для этих субъектов онтология действует как средство коммуникации и обладает нормативной ролью [2].

Поэтому этап и продукт концептуального анализа ПрО онтологического моделирования (см. рисунок 1) в полной мере соответствует этапу фиксации предпонимания акторов в форме онтологий в процессе принятия решений по регулированию проблемной ситуации [6].

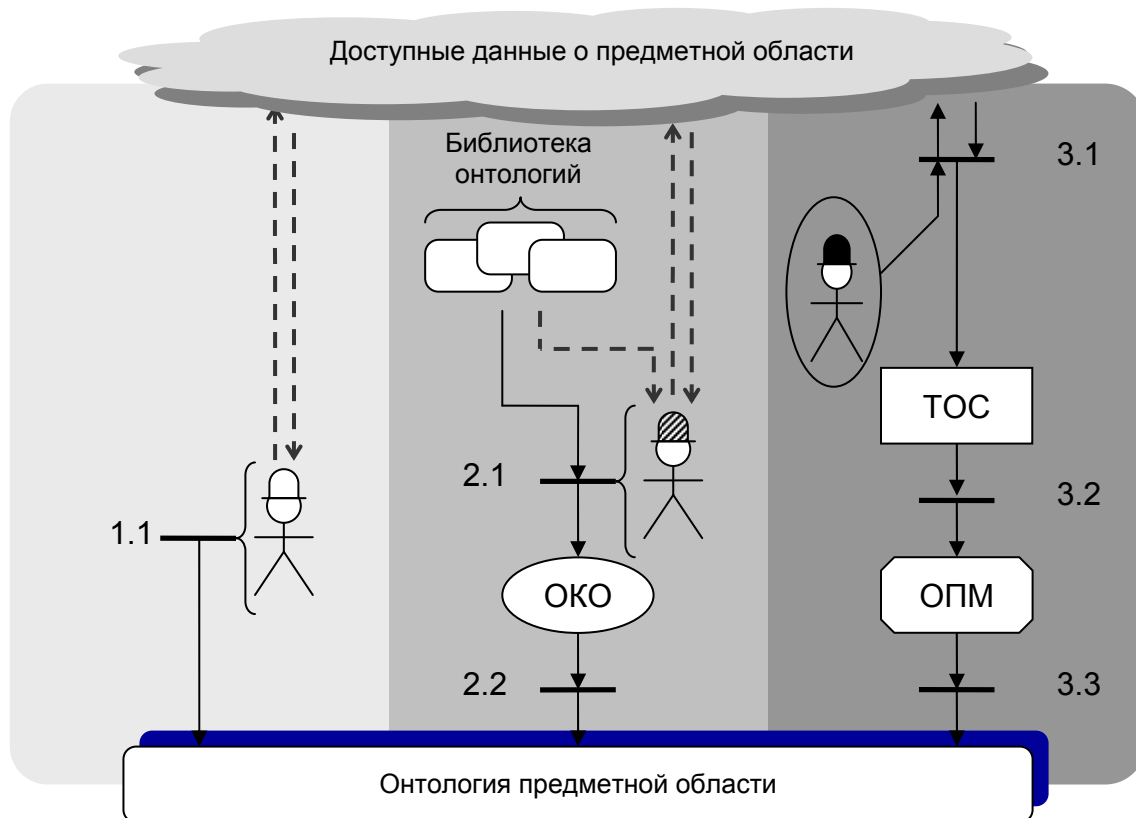
Предпонимание складывается в зависимости от ценностно-целевых установок акторов в процессе анализа и обобщения доступных ему данных и выявляет некую допустимую семантику информации о действительности. Сформированное предпонимание по существу фильтрует и конфигурирует поступающие к субъекту данные. Именно в этом контексте разработку онтологии, фиксирующей предпонимание, можно рассматривать как создание субъектно-ориентированного интерфейса к доступным источникам информации о мире (точнее его части – ПрО, представляющей интерес для субъекта).

На сегодня можно указать три основных пути разработки онтологий (рисунок 2).

Первый и наиболее используемый путь связан с прямой формализацией опыта и знаний актора (действие 1.1 на рисунке 2). Построение онтологии ПрО осуществляется на языке, определяемом *метамоделью* (рисунок 1) онтологических спецификаций, когда актор как эксперт ПрО либо автоформализует свое предпонимание, либо фиксирует его с помощью инженера по знаниям.

Второй путь реализуется при наличии развитой *инфраструктуры работы со знаниями*, характеризующейся наличием апробированных онтологий разного уровня и направленности, развитыми средствами онтологического инжиниринга [19, 22]. В подобных условиях онтологии синтезируются в результате, как правило, *человеко-машинных* процедур (см. действия 2.1 и 2.2 на рисунке 2) выполняемых актором-экспертом ПрО совместно с инженером по знаниям.

Третий путь связан с автоматическим «*выводом*» онтологии из доступных данных. Здесь данные рассматриваются как результаты *измерений* объектов моделируемой реальности и сводятся в таблицы объекты-свойства, анализ которых приводит к выявлению понятийной структуры ПрО (действия 3.1-3.3 на рисунке 2). Наиболее результативные методы этого направления опираются на относительно новую ветвь теории решёток – *анализ формальных понятий* [23], приспособившая его к задачам онтологического инжиниринга [10-14, 24-26]. Роль актора при таком *онтологическом анализе данных* [10, 14] кардинально меняется: номинально он исключается из «действующих лиц». Его задачей становится *априорное* комплектование *арсенала измерительных процедур*, с помощью которых зондируется актуальная ПрО, и формально эта задача соответствует априорному выдвижению *гипотез о свойствах объектов* этой ПрО.



ОКО – отобранные онтологии и/или их компоненты; ТОС – таблица «объект-свойство»; ОПМ – концептуальная объектно-признаковая модель предметной области; пунктирные стрелки отражают неформализуемые связи источников информации и экспертов

Рисунок 2 – Пути разработки онтологии

Наконец, всякое проявление действительности допускает множество толкований, отвечающих сосуществующим предпониманиям. Они могут и противоречить друг другу, и, выражая каждый узкий взгляд на ПрО, взаимно дополнять одно другое. Это отражается в возможности одновременного построения на этапе концептуального анализа онтологического моделирования (см. рисунок 1) *нескольких различных онтологий* ПрО. Кроме того, при решении реальных задач ситуационного управления эти онтологии - онтологии «целевой» ПрО, *неизбежно дополняются* независимо существующими онтологиями *других* ПрО, имеющих в контексте исходной задачи *методо-ориентированный, инструментальный характер* [2, 6]. Исчерпывающее представление о всех онтологиях, вовлекаемых в процесс принятия решения по регулированию проблемной ситуации, позволяют получить аналитические методы онтологического инжиниринга, а согласование предпониманий акторов могут поддержать методы *сравнения и объединения* онтологий.

#### 4 Возможность построения интересубъективной теории

Содержательно вопрос о применении онтологического моделирования для построения интересубъективных теорий ПрО рассмотрен в [27]. Поэтому остановимся здесь лишь на *самой возможности* построения формальной теории с помощью онтологических моделей.

В основе строгой формализации онтологического моделирования лежит аксиоматический подход, начавший свое развитие в информатике примерно с середины 70-х годов для определения *абстрактных типов данных* [28]. В настоящее время в качестве фундаментальной основы онтологического моделирования чаще всего используют *дискрипционные логики* и методологию *анализа формальных понятий* [23].

Кроме того, поскольку базовыми элементами онтологической спецификации служат классы, отношения, функции и аксиомы, то в целом такое представление сближается с *алгебраическими системами* А.И. Мальцева [29], строящимися из аналогичного набора моделирующих примитивов.

## 5 Онтологическая модель ситуации

В [6] онтологические модели ситуаций (ОМС) прямо отождествляются с *денотатами онтологий* – объектными моделями ПрО (см. рисунок 1).

Действительно, результатом этапа денотативного моделирования является описание конкретной ситуации как системы взаимосвязанных объектов ПрО, осуществленное в соответствии с предпониманием, зафиксированным онтологией этой ПрО<sup>4</sup>. В случае корректного построения ОМС это означает следующее [2, 26]:

- всякий объект онтологической модели ситуации состоит в отношении *экземплификации* с одним из фундаментальных (т.е. не обобщающих) понятий онтологии ПрО;
- для свойств объекта, набор которых установлен содержанием соответствующего понятия, *определены значения*, по крайней мере, *частично*;
- выполнены все *аксиомы* ПрО, зафиксированные в ее онтологии (обычно аксиомы формулируются в форме ограничений для значений свойств объектов);
- *связи* между объектами отражаются значениями специальных *ссылочных свойств* объектов.

В онтологическом моделировании всякая ОМС, конструируемая акторами, характеризуется как *экзогенная* (рисунок 1), поскольку её возникновение вызывается внешней причиной – пониманием акторами проблемной ситуации. Однако это не означает единства акторов в оценке моделируемой ситуации. Возможности и пути желаемой *трансформации* ситуации исследуются в машинном эксперименте с ОМС.

## 6 Поиск решения: трансформационное моделирование

Онтологическое моделирование для решения задач предусматривает разработку специальных *трансформационных* объектных моделей – денотатов «технологической» ПрО, которая определена онтологией *решателей задач*<sup>5</sup> (см. рисунок 1).

Конструирование трансформационных моделей с весьма общей точки зрения можно рассматривать как спецификацию *сценария или регламента решения задачи*, описание воздействий на экзогенную денотативную модель целевой ПрО, в результате которых она должна приобрести некоторые удовлетворяющие пользователя свойства. Операционным базисом трансформаций является исчисление, основу которого составляют функциональные компоненты совместно используемых при решении задачи онтологий, которые описывают различ-

<sup>4</sup> Весьма близка к истине такая аналогия: онтология соответствует грамматике некоторого языка, а онтологическая модель ситуации – выражению на этом языке.

<sup>5</sup> Благодаря фундаментальной роли онтологии решателей задач в онтологическом моделировании, ей придан статус метаонтологии. Хотя по принципиальным соображениям в формальной системе моделирования не может быть более одной метаонтологии [30]. Поэтому из двух метамodelей в схеме онтологического моделирования подлинной метаонтологией является лишь «онтология онтологий», компактный вариант которой предложен [31].

ные аспекты целевой ПрО, а также при необходимости других ПрО, в частности, методоориентированных. В качестве функциональных компонентов онтологий обычно выступают *свойства-методы* их фундаментальных понятий [2, 3].

Принципы унификации описания задач и онтология решателей задач подробно рассматривались в [32, 33]. Показано, что онтологическую основу любой задачи определяет следующий принцип: несмотря на бесконечное разнообразие мыслимых задач, их общность состоит в том, что всякая из них возникает «в пределах» некоторой ПрО применительно к её денотативной модели, т.е. согласно [6] применительно к ОМС.

Согласно схеме на рисунке 1, после фиксации предпонимания акторов трансформационные модели могут разрабатываться *параллельно* построению ОМС, а множественность трансформационных моделей закономерно отражает и множество различных задач в каждой ПрО, и множество способов их решения.

На этапе собственно *вычислений, эксперимента* с ОМС, осуществляется *приложение* к ОМС сценария решения задачи, разработанного в виде трансформационной модели. Экзогенная ОМС трансформируется в её *эндогенную* форму – «*Результат моделирования*» на рисунке 1, с той степенью участия акторов, которую предусматривает сценарий решения задачи (а он может отражать, вообще говоря, любые мыслимые приёмы решения задач: борьбу за отстаивание личных и групповых интересов, переговоры, стремление к консенсусу и т.п.).

В итоге для регулирования проблемной ситуации практически значимыми могут оказаться два продукта этапа «вычислительного эксперимента»:

- во-первых, методической ценностью для акторов может обладать последовательность воздействий на экзогенную ОМС или цепочка промежуточных эндогенных её форм, вплоть до финишной;
- во-вторых, большое значение может иметь собственно финишная эндогенная ОМС, которая по сценарию решения задачи должна обладать некоторыми искомыми при регулировании проблемной ситуации характеристиками.

В заключение отметим, что априори конструируемые метамоделю – онтология онтологий и онтология решателей задач, - определяют *унифицированное* представление и для самих себя, и для всех продуктов отдельных этапов схемы онтологического моделирования на рисунке 1 [3, 31]. Таким образом, онтологическое моделирование, формируя мультимодельную среду [33], обеспечивает в то же время *однородность* всех без исключения моделей, создаваемых в процессе принятия решения по регулированию проблемной ситуации [6].

## Заключение

Современное понимание организации процессов принятия решений в слабоформализуемых сложных системах ключевую роль отводит *онтологическим моделям*: формальным *описаниям понятийных структур* лиц, взаимодействующих при принятии решений, (онтологиям) и *объектным описаниям проблемных ситуаций* в рамках таких понятийных представлений (онтологическим моделям ситуаций).

Разработанные способы *унификации* онтологических моделей позволяют учесть разнородность привлекаемых знаний и многообразие механизмов их использования, а соответствующие методы и компьютерные системы открывают новые возможности решения полипредметных задач управления в социотехнических системах.

Коренную задачу онтологического моделирования в ситуационном управлении – построение *адекватных* (в постнеклассическом понимании) онтологий и онтологических моделей ситуаций, – можно переформулировать как задачу создания *субъектно-ориентированных интерфейсов* к гетерогенным источникам информации. Одним из эффек-

тивных методов решения этой задачи является *онтологический анализ данных* - важное для теории и практики развитие метода анализа формальных понятий, хорошо зарекомендовавшего себя в онтологическом инжиниринге.

### Список источников

- [1] Смирнов С.В. Среда моделирования для построения инженерных теорий // Известия Самарского научного центра РАН. 1999. № 2. - С. 277-285.
- [2] Смирнов С.В. Онтологии в задачах моделирования сложных систем // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды II международной конф. (20-23 июня 2000 г. Самара, Россия). – Самара: СамНЦ РАН, 2000. - С. 66-72.
- [3] Смирнов С.В. Онтологии в прикладных интеллектуальных системах: прагматический подход // Девятая Национальная конф. по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2004 (28 сентября-2 октября 2004 г., Тверь, Россия): Труды конф., Т. 3. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. - С. 1059-1067.
- [4] Тамм Б.Г., Пуусепп М.Э., Таваст Р.Р. Анализ и моделирование производственных систем. – М.: Финансы и статистика, 1987.
- [5] Христьяновский Д.Г., Эрлих А.И. Проблемы моделирования в прикладных интеллектуальных исследованиях // Труды III конф. по искусственному интеллекту (октябрь 1992 г., Тверь, Россия). Т. 2. – Тверь: Российская ассоциация ИИ, 1992. – С. 78-81.
- [6] Виттих В.А. Ситуационное управление с позиций постнеклассической науки // Онтология проектирования. 2012. №2. – С. 7-15.
- [7] Вихнин А.Г., Сакипов Н.З. Штурм четвертого мегапроекта: кто будет новым Биллом Гейтсом? Системный анализ и выбор стратегии. – М.: Изд-во «Диалог-МИФИ», 2008.
- [8] Лукашевич Н.В. Тезаурусы в задачах информационного поиска. – М.: Изд-во Московского университета, 2011.
- [9] Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. – Новосибирск: Институт математики СО РАН, 1999.
- [10] Смирнов С.В. Онтологический анализ предметных областей моделирования // Известия Самарского научного центра РАН. 2001. Т. 3. № 1. - С. 62-70.
- [11] Stumme G., Wille R., Wille U. Conceptual knowledge discovery in databases using formal concept analysis methods // LNCS 1510. - Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 1998. - P. 450-458.
- [12] Виноградов И.Д., Смирнов С.В. Информационная поддержка объединения онтологий в реляционных базах данных // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XIV международной конф. (19-22 июня 2012 г. Самара, Россия). – Самара: СамНЦ РАН, 2012. - С. 232-238.
- [13] Yang K. M., Kim E. H., Hwang S. H., Choi S. H. Fuzzy Concept Mining based on Formal Concept Analysis // Int. J. of Computers. Issue 3. V. 2 (2008). – P. 279-290.
- [14] Смирнов С.В. Нечеткие формальные контексты при построении онтологий на основе анализа формальных понятий: происхождение и использование // Знания – Онтологии – Теории: Труды Всероссийской конф. с международным участием (14-16 сентября 2007 г., Новосибирск, Россия). Т. 2. – Новосибирск: Институт математики СО РАН, 2007. - С. 17-25.
- [15] Анализ данных и процессов / А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, И.И. Холод и др. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009.
- [16] Виттих В.А. Интерсубъективные системы как объекты постнеклассической науки // Мехатроника, автоматизация, управление. 2012. №1. - С. 53-55.
- [17] Человеческий фактор в управлении / Под ред. Н.А. Абрамовой, К.С. Гинсберга, Д.А. Новикова. - М.: КомКнига, 2006.
- [18] Виттих В.А. Организация сложных систем. – Самара: СамНЦ РАН, 2010.
- [19] Гаврилова Т.А., Муромцев Д.И. Интеллектуальные технологии в менеджменте: инструменты и системы. - СПб.: Изд-во «Высшая школа менеджмента»; Издательский дом СПбГУ, 2008.
- [20] Katifori A., Halatsis C., Lepouras G., Vassilakis C., Giannopoulou E. Ontology visualization methods – a survey // ACM Computing Surveys (CSUR). 2007. Vol. 39. No. 4. Article 10. - P. 1-38
- [21] Смирнов С.В., Суворова Е.Г. Адекватная реализация когнитивного потенциала обозревателя онтологических моделей // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XII международной конф. (21-23 июня 2010 г., Самара, Россия). – Самара: СамНЦ РАН, 2010. - С. 526-533.
- [22] Онтологии в системах искусственного интеллекта: способы построения и организации / А.В. Смирнов, М.П. Пашкин, Н.Г. Шилов и др. // Новости искусственного интеллекта. 2002. № 1. - С. 3-13 (Часть 1). № 2. - С. 3-9 (Часть 2).



- [23] Ganter B., Wille R. Formal Concept Analysis. Mathematical foundations. - Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 1999.
- [24] Obitko M., Snasel V., Smid J. Ontology Design with Formal Concept Analysis // Proc. of the CLA 2004 International Workshop on Concept Lattices and their Applications (Ostrava, Czech Republic, September 23-24, 2004). V. Snasel, R. Belohlavek (Eds.). - P. 111-119.
- [25] Пронина В.А., Шипилина Л.Б. Использование отношений между атрибутами для построения онтологии предметной области // Проблемы управления. 2009. №1. – С. 27-32.
- [26] Смирнов С.В. Построение онтологий предметных областей со структурными отношениями на основе анализа формальных понятий // Знания – Онтологии – Теории: Труды Всероссийской конф. с международным участием ЗОНТ-2011 (3-5 октября 2011 г., Новосибирск, Россия). Т. 2. – Новосибирск: Институт математики СО РАН, 2011. - С. 103-112.
- [27] Виттих В.А., Игнатъев М.В., Смирнов С.В. Онтологии в интерсубъективных теориях // Мехатроника, автоматизация, управление. 2012. №5. – С. 69-70.
- [28] Gougen J.A., Thatcher J.W., Wagner E. An initial algebra approach to the specification, correctness and implementation of abstract data types // Current Trends in Programming Methodology (R. Yen ed.). – Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1978. - P. 80-149.
- [29] Мальцев А.И. Алгебраические системы. – М.: Наука, 1970.
- [30] Смирнов С.В. Онтологическая относительность и технология компьютерного моделирования сложных систем // Известия Самарского научного центра РАН. 2000. Т. 2. № 1. - С. 66-71.
- [31] Смирнов С.В. Прагматика онтологий: объектно-ориентированная модель знаний о предметной области // Одиннадцатая Национальная конф. по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2008 (28 сентября-03 октября 2008 г., Дубна, Россия): Труды конф. Т.3. – М.: ЛЕНАНД, 2008. - С. 208-216.
- [32] Смирнов С.В., Гинзбург А.Н. Формирование и использование сосуществующих контекстов моделирования сложной системы // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды VIII международной конф. (24-28 июня 2006 г., Самара, Россия). – Самара: СамНЦ РАН, 2006. - С. 550-557.
- [33] Смирнов С.В. Онтологический подход к формированию гетерогенных сред моделирования // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки». 2011. №4(32). - С. 50-61.

## Сведения об авторе



**Смирнов Сергей Викторович**, 1952 г. рождения. Окончил Куйбышевский авиационный институт им. С.П. Королёва в 1975 г., д.т.н. (2002). Директор Института проблем управления сложными системами РАН, профессор кафедры «Инженерия знаний» Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики. Член РАИИ и ИАОА. В списке научных трудов более 100 статей, 2 монографии в области прикладной математики, компьютерного моделирования сложных систем, создания интеллектуальных систем поддержки принятия решений в технологических и организационных сферах.

**Sergei Victorovich Smirnov** (b. 1952) graduated from the Korolyov aerospace Institute (Kuibyshev-city) in 1975, D. Sc. Eng. (2002). Director at Institute for the Control of Complex Systems of the Russian Academy of Sciences, holding a part-time position of professor at Povolzhskiy State University of Telecommunication and Informatics Knowledge engineering sub-department. Hi is RAAI and IAOA member. Hi is co-author of more than 100 publications in the field of applied mathematic, complex systems simulation and development knowledge based decision support systems in control and management.