

Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin
(editors)

**Information Models
of
Knowledge**

**ITHEA[®]
KIEV – SOFIA
2010**

Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin (ed.)

Information Models of Knowledge

ITHEA®

Kiev, Ukraine – Sofia, Bulgaria, 2010

ISBN 978-954-16-0048-1

First edition

Recommended for publication by The Scientific Council of the Institute of Information Theories and Applications FOI ITHEA
ITHEA IBS ISC: 19.

This book maintains articles on actual problems of research and application of information technologies, especially the new approaches, models, algorithms and methods for information modeling of knowledge in: Intelligence metasynthesis and knowledge processing in intelligent systems; Formalisms and methods of knowledge representation; Connectionism and neural nets; System analysis and synthesis; Modelling of the complex artificial systems; Image Processing and Computer Vision; Computer virtual reality; Virtual laboratories for computer-aided design; Decision support systems; Information models of knowledge of and for education; Open social info-educational platforms; Web-based educational information systems; Semantic Web Technologies; Mathematical foundations for information modeling of knowledge; Discrete mathematics; Mathematical methods for research of complex systems.

It is represented that book articles will be interesting for experts in the field of information technologies as well as for practical users.

General Sponsor: Consortium FOI Bulgaria (www.foibg.com).

Printed in Ukraine

Copyright © 2010 All rights reserved

© 2010 ITHEA® – Publisher; Sofia, 1000, P.O.B. 775, Bulgaria. www.ithea.org ; e-mail: info@foibg.com

© 2010 Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin – Editors

© 2010 Ina Markova – Technical editor

© 2010 For all authors in the book.

® ITHEA is a registered trade mark of FOI-COMMERCE Co., Bulgaria

ISBN 978-954-16-0048-1

C/o Jusautor, Sofia, 2010

О ШАГАХ СИСТЕМНОГО СИНТЕЗА (ПРОДОЛЖЕНИЕ «МЕТОДОЛОГИЧЕСКОГО МЕМОРАНДУМА» – ЧАСТЬ II)

Анатолий Крисилов, Авенир Уемов

Аннотация: Рассмотрены методологические вопросы и последовательность построения процедур синтеза, роль самоопределения и системных дескрипторов. Описаны разновидности синтеза: реистический, атрибутивный, реляционный, а также некоторые цели и задачи синтеза.

Ключевые слова: системный анализ и синтез, самоопределение, системные дескрипторы, виды синтеза: реистический, атрибутивный, реляционный; задачи синтеза.

Summary: The work is devoted to the system study of the complicated and weak-formalised objects, to its synthesis especially. The methodological approach to describing of system descriptors, of synthesis' steps and such kinds of synthesis as reistic, attributive and relation ones is used. A good deal of attention is paid to the synthesis' goals and tasks.

Keywords: system analysis and synthesis, system descriptors, kinds of synthesis: reistic, attributive and relation ones.

ACM Classification Keywords: H.1.1 – Systems and Information Theory – General Systems Theory.

Там на неведомых дорожках

Следы невиданных зверей...

А.Пушкин

Среди невзятых рубежей...

В. Высоцкий

1. Вводные замечания

На киевской (осенней) сессии KDS-2009 была представлена первая часть настоящей работы, названная «Кратким методологическим меморандумом» [1, 2]. Она была посвящена изложению основных идей системного анализа с точки зрения системологии: в ней говорилось о приемах и методах системного исследования сложных и слабоформализованных объектов, имеющих, в основном, качественную природу. Были рассмотрены основные этапы системного анализа как эффективного инструмента для описания, структурирования, моделирования именно таких объектов и процессов.

В настоящей работе, являющейся идеологически продолжением предыдущей, содержится уточнение и развитие некоторых положений, описанных в первой части «Меморандума». Это относится, в частности, к задаче **самоопределения** (описаны вопросы/приемы оценки значимости рассматриваемой ситуации или системы до того, как проводить ее детальный анализ), к задаче описания сложных объектов при помощи системных дескрипторов, к задачам **моделирования**, к описанию некоторых **прикладных и методологических задач**, на решение которых может быть ориентирован системный синтез.

В работе [1] подчеркивалось, что по существу системный анализ должен представлять собой совокупность методов исследования (описания) таких свойств и отношений в системе, которые характеризуют ее именно как целенаправленную, совокупность средств и направлений (!) **изучения связей в этой системе как взаимоотношений между ее целями и способами их реализации.**

Системный синтез, опирающийся на результаты анализа и органически вытекающий из него (будучи формально разложенным на составляющие и описанным!), – представляет, таким образом, инструмент для возможно более полного описания и построения сложных систем (в частности, в «интеллектуальной» компьютерной среде, но не только), для конструирования из баз данных – баз знаний, для обнаружения в известных системах новых сторон, качеств и связей, для синтезирования, наконец, новых знаний.

Этим вопросам в настоящее время посвящено значительное число работ, например, по мультиагентным системам и сложным средам, по разработке различных онтологий, их редукции и расширению и т. д. Многие из этих исследований носят конкретный прагматический характер, их результаты успешно применяются. Следует сказать, однако, что почти все они построены в ключе определенных «компьютероморфных» представлений: для компьютерной реализации, работы с компьютерной моделью, с учетом вычислений на компьютере. В то же время хотелось бы посмотреть на задачи описания и синтезирования знаний с более общих, с системных позиций, больше исходя из «человеко-морфных» и собственно «системно-морфных» представлений. Определенный объем работы в этом направлении разными авторами уже проделан, однако, надо думать, что пока мы находимся в начале пути.

Практически для большинства управленческих и организационных задач (и, что очень важно, для задач ноосферных) следует рассматривать систему вместе с ее окружением, надсистемой. В этом случае под системой понимается функциональный объект, свойства которого обусловлены функцией этого объекта, **сводящейся, в конечном счете, к поддержанию определенных свойств надсистемы** [3]. Здесь четко возникает представление об иерархичности рассматриваемой связи, но не столько как об управленческой иерархии, а как об иерархии структурной, отражающей, например, иерархию смыслов, степени важности задач и т. д. И тогда на один из верхних уровней (для исследователя или конструктора) выходит задача анализа функций объекта. Эта группа обстоятельств (**учет охватываемой системы, важность анализа функций, понимание взаимной вложенности и координации смыслов**) – является чрезвычайно важной при решении задач системного синтеза.

Разработанный для проектных задач СВОН-анализ, который нацелен на учет позитивных и негативных сторон (например, проекта), на описание лимитирующих и продвигающих факторов, – успешно применяется в конкретных прикладных работах, где объект поддается такому описанию, многое известно, вопросов о целях, границах, связях не возникает, и где оценки вообще черно-белые. Но если ситуация сложная, барьеры внешние или трудности внутренние не очевидны, влияющие факторы многомерны, – названный инструментальный эффективного результата не даст, следует применять системный анализ.

Завершая эти краткие вводные замечания, отметим, что в предлагаемых работах по системному анализу и синтезу, при изложении их операциональных шагов, сделана попытка хотя бы конспективно описать определенный (системный, системологический) инструментальный, применение которого в прикладных областях сможет подсказать разработчику новые связи, новые аспекты поиска, возможность составить более полное описание исследуемого объекта или придать конструируемой системе новые качества.

2. Некоторые методологические соображения и этапы системного анализа

Выскажем несколько общих (методологических) соображений об операциях анализа и синтеза, о визуальной модели построения целостного знания, о роли самой методологии. Начнем с последнего.

В работе [1] говорилось о существенной разнице между методикой и методологией: если методика, методическое руководство отвечает на вопрос: **«Как нечто надо делать?»**, то методология отвечает на вопрос: **«Что в этом нечто надо делать?»** Это означает, что методология определяет, какие задачи следует решить, чтобы представить рассматриваемый объект как целостное, единое образование, с его окружением (то есть что представляет собой мир, в котором он существует или будет существовать), с его структурой (то есть совокупностью его элементов и связей между ними), с его свойствами, отношениями между ними, свойствами этих отношений и т. д.

По сути, речь идет о формировании системных знаний об исследуемом объекте – в данной предметной области. И системологический инструментальный является, таким образом, средством для формирования

таких знаний; отметим – data mining и knowledge discovery одновременно. Можно сказать, таким образом, что методология (в данном случае – системология) выступает **одним из мощных средств организации ноосферы как сферы знания.**

Картину формирования целостных знаний об объекте исследования/конструирования, способ получения системного представления о нем, – опишем с помощью определенной геометрической аналогии [4, 5].

Представим себе некоторую плоскость (см. рис. 1), в которой располагается содержательная информация из определенных наук; эту плоскость назовем онтологической. Там лежат предметные представления, например, о географии (где и какие находятся континенты и океаны, где какой климат, где и какая обитает биота и т. д.), об экономике (уклады, предприятия, транспорт, рынки,..), о социальной истории (хронология событий, императоры и военачальники, становление и падение цивилизаций,..), о биологии, о сопротивлении материалов и так далее.

Перпендикулярно к этой, скажем, горизонтальной плоскости существует другая плоскость, вертикальная. В ней находятся совсем другие понятия и категории: принципы, закономерности, механизмы, критерии, понятие о структуре и инфраструктуре и т. д., – это методологическая плоскость.

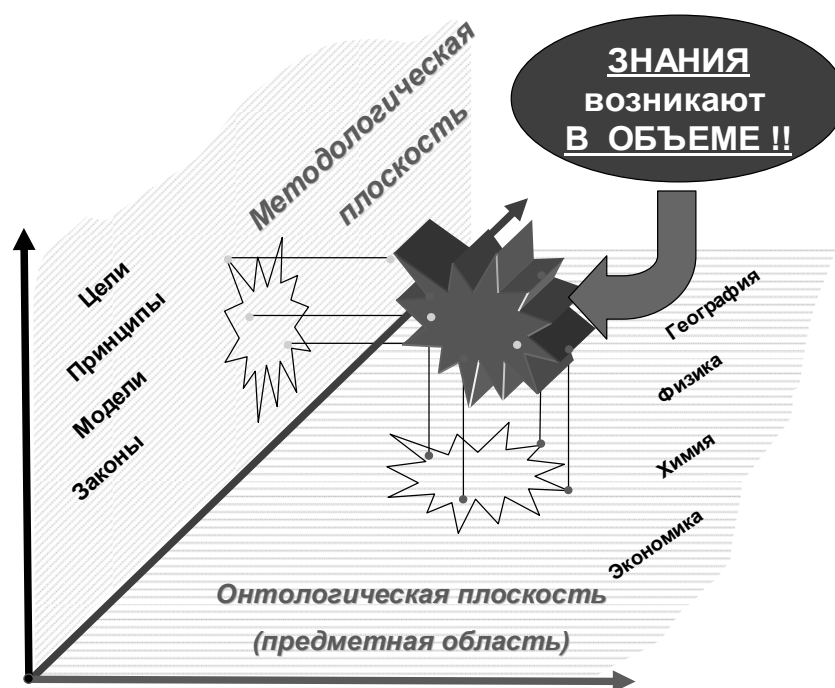


Рис. 1. Модель формирования знаний

Так вот, настоящее **знание**, целостное и системное представление об объекте (процессе, ситуации, явлении), их более полное понимание – **формируется в объеме**, образованном двумя указанными плоскостями в данном фазовом пространстве. В этот объем (скажем, в гиперсферу, репрезентирующую объект данного исследования) из онтологической плоскости берутся конкретные предметные данные об этом объекте (например, имя предприятия, его персонал, номенклатура продукции, прибыль,..), а из методологической плоскости – понятия о его целях, функциях, о характере его структуры, о степени удовлетворения им запросов охватывающей системы и т. д. Из этих организованных определенным способом данных и формируется целостное представление об объекте, системное знание о нем.

Несколько слов об анализе и синтезе. Эти две связанные группы операций в рассматриваемых задачах представляют собой определенное диалектическое единство: дополняют друг друга, переходят друг в друга, могут являться частью друг друга, порой между ними оказываются весьма размытые границы. При

этом, разумеется, в целях определенности в целом ряде случаев и задач устанавливают вполне четкое различие между анализом и синтезом. Это может быть показано на примере трех типов задач, рассматриваемых в радиотехнике или вообще в области связи.

Если есть некоторое устройство A (напр., усилитель, канал связи, электронный преобразователь,...), есть входной и выходной сигналы $x(t)$ и $y(t)$ соответственно, то можно сформулировать три следующие задачи:

1. Известны $x(t)$ и A (например, величина сигнала на входе усилителя и коэффициент усиления); задача состоит в том, чтобы рассчитать $y(t)$ – сигнал на выходе усилителя.
2. Известны $y(t)$ и A (например, наблюдаемый сигнал на выходе канала связи и величина помех в канале); задача: восстановить $x(t)$, – то есть найти, каким был сигнал на входе канала.
3. Известны $x(t)$ и $y(t)$, т. е., входной и выходной сигналы; задача состоит в том, чтобы построить устройство A , обеспечивающее требуемое преобразование $x(t)$ в $y(t)$.

Первые две задачи называют задачами анализа, третью – задачей синтеза.

Изложенное показывает, что уже для такого относительно несложного случая разделение операций на анализ и синтез оказывается делом, вообще говоря, конвенционалистским, то есть таким, в котором исследователи должны договориться, что к чему они относят, где пролагают границу.

В рамках наших постановок, как это принято, под анализом понимают расчленение (как правило, мысленное) некоторого объекта на его составные части, выявление связей между ними и т. д.; другое значение понятия «анализ» – оно является прямым синонимом слова «исследование». Синтез же – это соединение, конструирование, объединение (мысленное или реальное) разрозненных элементов в некое единое целое, с требуемыми характеристиками, функциями и т. д.

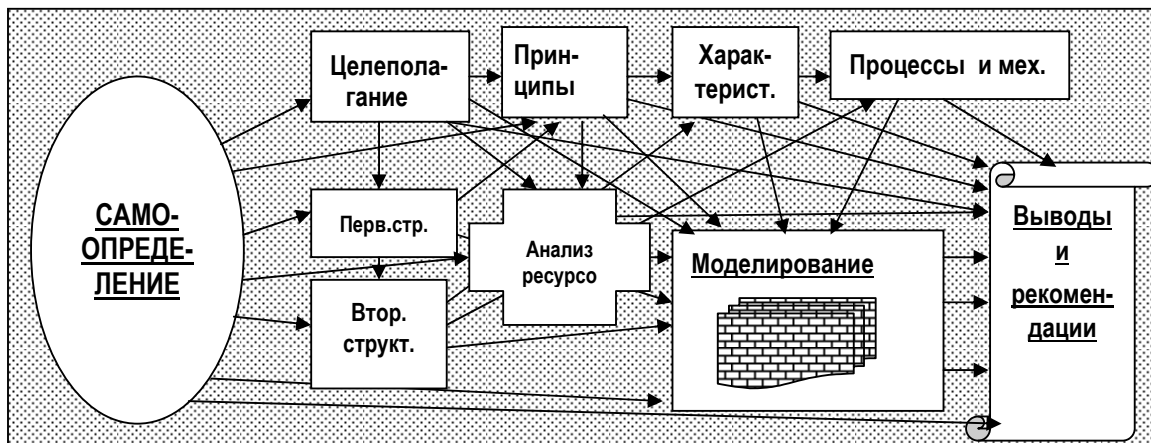


Рис. 2. Основные этапы системного анализа

Прежде, чем заняться элементами синтеза, перечислим кратко основные этапы системного анализа, рассмотренные, в частности, в «Кратком методологическом меморандуме». В него входили следующие этапы (см. рис. 2):

1. Самоопределение.
2. Целеполагание; постановка задачи.
3. Первичная структуризация.
4. Декомпозиция или вторичная структуризация.
5. Выявление основных принципов и закономерностей в данной системе.

6. Основные качественные и количественные характеристики данной системы.

7. Анализ основных процессов в данной системе, имеющих в ней механизмов.

8. Анализ ресурсов.

9. Моделирование.

10. Анализ результатов; формулировка новых целей.

В кратком виде содержание этих этапов было изложено в [1, 2], некоторые дополнения будут сделаны ниже, в том числе, – в контексте задач синтеза.

Рассмотрим теперь, какие этапы, какие процедуры входят в системный синтез.

3. О шагах системного синтеза

Не должно возникать сомнения, что многие позиции из приведенного выше перечня будут входить в число желательных (и обязательных) этапов системного синтеза. В первую очередь, это относится к таким этапам, как Целеполагание и постановка задачи, Самоопределение, Первичная структуризация, Выявление и описание основных принципов и закономерностей, желательных в реализуемой системе... Но, разумеется, во-первых, эти этапы носят несколько иной, нежели при анализе, характер, во-вторых, при синтезе следует выполнить ряд специфических этапов, которые в задачах анализа могут рассматриваться как факультативные, а здесь приобретают законченный конструктивный смысл.

Одним из таких этапов, органически включаемым после целеполагания и являющимся продолжением постановки задачи, является этап формирования (формулирования, задания, определения) совокупности **требований**, предъявляемых к синтезируемому объекту. В этот этап также должна входить работа по определению признаков и критериев, которые дадут возможность оценить степень приближения к целевым состояниям синтезируемой системы.

Перед этим должна быть выполнена другая важная работа – провести **анализ надсистемы**, в которую будет вписан данный синтезируемый объект, и чей запрос он будет своими внешними функциями удовлетворять. Следует полагать, что это может быть один из необходимых элементов самоопределения. Что касается целеполагания, то, как говорилось ранее ([1, 2]), здесь разработчику нужно определить (сформулировать), по крайней мере, три цели (или три группы целей): цели надсистемы, цели синтезируемого объекта и цели собственные; понятно, что это очень емкая и важная работа.

После формирования требований целесообразно выполнить **анализ ресурсов**: чем располагает разработчик, каковы его проектные, инструментальные, модельные, временные и другие возможности.

Далее, в соответствии с требованиями предстоит провести **выбор и реализацию** одного или нескольких **видов синтеза**, предлагаемых параметрическим вариантом общей теории систем: реалистический (предметный, «вещный»), атрибутивный, реляционный; эти разновидности кратко будут рассмотрены ниже. Проведенная к этому моменту работа даст возможность рассмотреть такие задачи, как реализацию основных рабочих **принципов и закономерностей** в системе, **агрегирование** и построение **обобщенных оценок** и характеристик, классификацию и, что очень важно, **таксономию** (выявление или формирование новых классов, номинирование, «именование» таксонов – классификационных единиц). Закрывающими шагами в предлагаемой схеме системного синтеза станут **моделирование, интерпретация и анализ/оценка их результатов**. Некоторые связи между перечисленными шагами показаны на рис. 3.

В более или менее полном виде целесообразный набор шагов, этапов системного синтеза может выглядеть следующим образом:

1. Самоопределение.
2. Целеполагание; постановка задачи.
3. Формирование требований к синтезируемому объекту, системе.
4. Анализ ресурсов.

5. Первичная структуризация (границы системы, входные и выходные параметры).
6. Определение основных принципов и закономерностей для данной системы.
7. Работа с системными дескрипторами (концепт, структура, субстрат).
8. Выбор и реализация видов синтеза (реистический, реляционный, атрибутивный синтез).
9. Описание и встраивание необходимых механизмов.
10. Агрегирование, интегральные оценки.
11. Классификация; таксономия.
12. Моделирование.
13. Интерпретация, учет контекста.
14. Анализ результатов моделирования и интерпретации. Новые цели.

Выбираемый и реализуемый набор действий, «глубина погружения» на каждом шаге – в значительной степени определяются решаемой задачей, однако общая схема представляется именно такой.

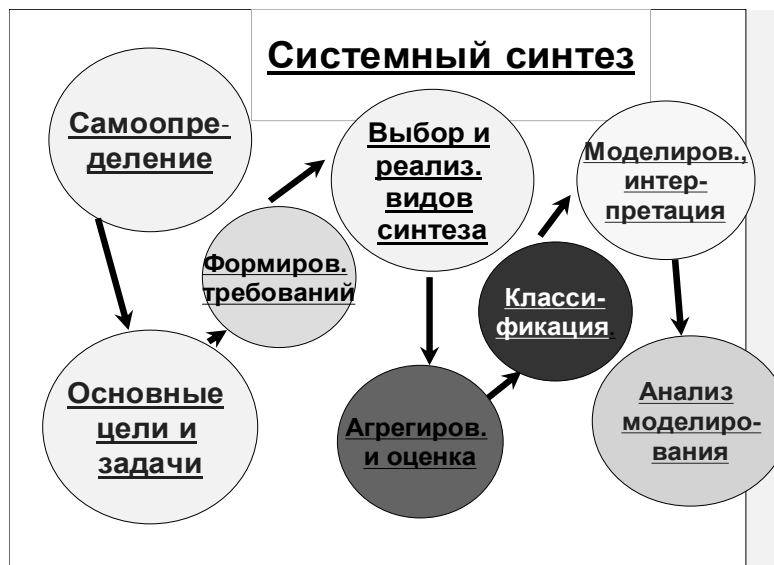


Рис. 3. Некоторые шаги системного синтеза

4. О самоопределении

Самоопределение является чрезвычайно важным и одним из наиболее сложных этапов любой работы и системологической – в особенности. Здесь надо разобраться – кто мы есть по существу, на самом деле? где мы находимся вообще и в данное время? во что мы погружены? (что вокруг нас?) с чем имеем дело?

У Руссо есть такое высказывание: «Истиной сознания является самосознание, но чтобы достичь этой истины, сознание должно охватить то, что лежит вне его», и, добавим, оперировать этим. Помните, как Мюнхгаузен, современник Руссо, вытягивал себя из болота? То, что должен проделать исследователь на этом этапе, очень похоже на действия знаменитого барона, по крайней мере – по сложности. Мысль Ж.-Ж. Руссо хорошо объясняет эту сложность. Вторая теорема Геделя о неполноте говорит: в рамках данной системы можно сформулировать утверждение, истинность или ложность которого средствами самой этой системы проверена быть не может, – надо выходить за ее пределы. Очень любопытное соображение, имеющее несколько другое содержание, но очень близкий смысл, можно найти у Плотина, одного из

первых античных философов-диалектиков: процесс становления вещи – это постоянное восприятие того, что не принадлежит ей, что находится за ее границами.

Каких качеств требует выполнение самоопределения? *Объективность, широта охвата, умение непредвзято видеть себя со стороны, моделировать чужое мышление, проявить последовательность, логичность, самокритичность, «самоответственность»*, – вот примерный букет необходимых качеств.

Правильная и полная реализация этого этапа в очень большой степени определяет успех всей работы.

Среди задач, которые следует решить на этапе самоопределения, выделим такую, как *оценка значимости синтезируемого объекта или решаемой задачи*. Понятно, что, поскольку мы находимся еще на самом начальном этапе, и об исследуемом объекте может быть известно еще очень немного, – такую оценку значимости, вероятно, придется пока делать интуитивно. Формализацию сходного оценочного процесса применительно к работе мыслительной системы описывал В. В. Налимов [6]. Можно сказать, что существует «определенное семантическое поле S , заданное (как функции – А. К. и А. У.) на всем множестве рассматриваемых смыслов T . В процессе решения некоторой конкретной задачи спонтанно возникает фильтр (у того, кто ее решает – авт.), мультипликативно взаимодействующий с функцией $S(T)$ ». Этот фильтр В. Налимова может пониматься как некая призма восприятия (см. рис. 4). На этой основе и создается *система частных оценок* для решения *новой задачи* или старой, но уже в новых условиях [4].



Рис. 4. Восприятие наблюдаемых ситуаций разными «позиционерами».

Несмотря на сложности, и на этом этапе оказывается возможным, опираясь на некоторые подсказки, получить более или менее справедливую оценку значимости. Например, целесообразно иметь в виду, что эта значимость может быть рассмотрена с позиций разных действующих лиц или систем. Скажем, строительство глубоководного выхода «Дунай – Черное море» очень по-разному должно оцениваться отраслевыми структурами и региональными властями; участие или неучастие данной городской команды в чемпионате страны будет иметь несколько различную значимость для болельщиков этой команды и для спортивной общественности в целом. То есть следует попытаться ответить на вопрос «Значимость для

кого?» и, например, хотя бы по трехбалльной шкале (высокая, средняя, низкая) оценить ее для разных подразумеваемых позиционеров.

Далее, определить, на какой временной горизонт рассчитано функционирование данной системы, насколько она актуальна. Очень важно понять, какие потребности (какие уровни в пирамиде Маслоу, в пирамиде социальных потребностей) она удовлетворяет, – физиологические, потребность безопасности, признания, самореализации; для этого целесообразно продумать шкалы этих потребностей для коллектива, для социума. В результате таких (непредвзятых) рассуждений может быть получена некая предварительная и обобщенная оценка значимости, с ее последующей целенаправленной коррекцией.

5. О роли системных дескрипторов

В предыдущей работе [1] применительно к такому этапу, как первичная структуризация, упоминались системные дескрипторы. Проведем это рассмотрение несколько более полно и более корректно – в системном синтезе дескрипторы могут играть очень важную роль, открывая существенные стороны рассматриваемого объекта, вскрывая существенную информацию о рассматриваемой системе. Эта важная информация об исследуемой или конструируемой системе может быть получена, если мы в состоянии ответить на вопросы о трех аспектах этой системы, называемых системными дескрипторами: концепт, структура и субстрат (см., напр., [7 - 9]).

Исходным дескриптором является концепт (от слова «концепция», лежащая в основе определения системы). В частном случае это может быть цель, которую реализует система. В зависимости от концепта находится то или иное строение – структура системы. И, наконец, третий дескриптор – субстрат определяет материал, из которого система «сделана».

Здесь следует подчеркнуть существенность именно данного порядка перехода от одного дескриптора к другому. Исходным дескриптором при построении, при синтезе системы, как уже отмечалось, является концепт. В зависимости от выбора концепта мы получаем разные системы. Концепт может быть задан в виде некоторого отношения, и тогда он называется реляционным, или в виде некоторого свойства, тогда имеем атрибутивный концепт.

Концепт является исходным дескриптором, поскольку остальные элементы системного рассмотрения уже предполагают некоторый концепт. Концепт же, в свою очередь, ничего не предполагает. Он задается, в основном, на основе практических потребностей. Система реализует ту или иную потребность, выраженную с помощью концепта.

Структура является следующим дескриптором системы. Обычно, если концепт имеет реляционный характер, то структура атрибутивна, представляя собой набор свойств, удовлетворяющих данному концепту. Наоборот, если концепт атрибутивен, то структура реляционна, будучи отношением, реализующим те свойства, которые выражены в концепте.

Субстрат является третьим дескриптором, поскольку он непосредственно зависит от второго дескриптора – структуры, и лишь косвенно, через структуру – от концепта. Отношение концепта к субстрату опосредовано структурой.

Это обстоятельство представляется очень важным в рамках общей теории систем и внутренней логики задач системного синтеза. Если бы не было такого опосредования, то каждый элемент субстрата обладал бы всеми признаками концепта, и в таком случае мы имели бы не систему, а понятие о концепте. И вместо субстрата системы мы получили бы объем этого понятия. Содержанием же понятия будет концепт. Таким образом, системный подход выродился бы в обыкновенную понятийную логику. Иное дело, когда субстрат непосредственно связывается со структурой. Тогда на его основе образуется целый ряд понятий, каждое из которых соответствует определенному элементу структуры. И все эти элементы связываются одним фиксированным концептом. В этом случае мы получаем не просто понятие, а систему, которая строится, конструируется «сверху» в последовательности: концепт, структура, субстрат.

6. О возможных разновидностях синтеза

Выше, в параграфе 3, на рис. 3 были рассмотрены определенные шаги синтеза, их некоторая последовательность, тот порядок, следуя которому целесообразно, собственно, проводить или моделировать синтез исследуемого объекта.

Теперь представляет существенный интерес: как можно было бы охарактеризовать различные виды синтеза, как провести их содержательную классификацию. Ведь в этом случае разработчики получают в свои руки определенную схему возможных решений, возможных направлений конструирования (моделирования, описания) своих объектов, получают весьма полную совокупность *возможных вариантов синтеза* рассматриваемых систем, со всем богатством сочетаний, свойств и связей. В свое время такое исследование было проделано. В работе [8] на базе языка тернарного описания (ЯТО), разработанного в рамках параметрического варианта общей теории систем для описания необходимых формализмов при работе в триаде «вещи – свойства – отношения» [9], была подробно исследована и систематизирована совокупность разновидностей синтеза (и анализа) как формального аппарата описания сложных объектов. Эта работа была проделана с использованием ряда правил, с привлечением понятий транзитивности, имплицитивности, других представлений и методов алгебры логики. Здесь мы ограничимся конспективным изложением этого материала.

Используя три названных основополагающих понятия (вещи, свойства и отношения), на базе определенных логико-математических построений выводятся три *группы разновидностей синтеза*:

- a) реистический синтез, в котором ведущую роль играет первая фундаментальная компонента – вещи (res – вещь, лат.);
- b) атрибутивный синтез, в котором исходят из второй компоненты – свойство, признак, атрибут;
- c) реляционный синтез, в котором ведущую роль играют отношения (relation).

Под *реистическим синтезом* понимают объединение рассматриваемых объектов: пара сапог, микрорайон, группа студентов, макет двигателя, ведро воды, папка с файлами. Это объединение может быть реальным или мысленным; в нашем рассмотрении, где акцент делается на модельном (или проектном) представлении, имеется в виду мысленное объединение.

В языке тернарного описания рассматриваются вещи, имеющие разную степень определенности: любая (какая угодно) вещь; любая из попадающихся вещей; определенная, строго фиксированная вещь. Пример первого объекта (наиболее неопределенного): «Берешь любой кирпич...», «Задумай любое число...». Пример второго объекта: «Любой кирпич с этого склада», «Любая из отобранных боярами девушек на царские смотрины». Пример третьего, наиболее определенного объекта: «Крайняя левая опора этого моста», «Вот пуля, извлеченная из раны», «Файл “Расписание” в папке “Деканат”». Возможны и более детальные градации определенности: на смотрины бояре выбирали только боярских дочерей, и не из худородных, и не смуглых, не толстых, не худых... В этой фразе содержится также пример применения разных по смыслу ограничительных операторов «только» и «кроме».

Понятно, что объединение в систему вещей с разной степенью определенности-неопределенности приводит к разным результатам реистического синтеза. Если даже объединять в нашей модели объекты с одинаковой степенью определенности, то вдоль всей шкалы мы уже получим достаточно различающиеся результаты; тем более широкий веер результатов будет получен при синтезе объектов, обладающих разной степенью определенности. (Чрезвычайно интересно исследовать вопрос об использовании других шкал характеристики основных категорий, наряду или вместо шкалы определенности-неопределенности. Примерами таких шкал можно назвать параметр простоты-сложности, естественную и искусственную природу объектов, их гомогенный и гетерогенный характер и т. д. Разумеется, для описания градаций определенности-неопределенности в структуре языка имеется больше средств, чем, скажем, для описания естественного-искусственного, однако в рамках алгебры логики это не должно вызывать больших затруднений, а результат такого «многоаспектного» синтеза мог бы превзойти все ожидания).

Добавим, что объединение может быть не только парным, в качестве вещи может выступать множество вещей и т.д. Из сказанного видно, что типология результатов реистического синтеза весьма разнообразна.

Атрибутивный синтез. Эта разновидность синтеза предусматривает такое объединение двух вещей, при котором одна из них (ее называют атрибутивной компонентой) становится свойством другой (соответственно – реистическая компонента). Если мы хотим объединить такие категории, как «сотрудник Петров» (объект) и «знание компьютера» (свойство, признак сотрудника), то результатом атрибутивного синтеза будет: «Петров – продвинутый пользователь». В данном случае подсоединяемое, синтезируемое свойство (компьютерная грамотность) является по отношению к Петрову внешним, он им прежде не обладал. Но можно рассматривать синтез объекта и с таким свойством, которое было ему присуще и прежде. Мало того, атрибутивный синтез может быть представлен процессом, разворачивающимся не только во времени, но и в пространстве: американский президент с самого начала объединяет в себе пост главы государства и все атрибуты исполнительной власти; дельфины и косатки не могли бы выжить как вид, если бы не обладали очень важным свойством – коллективное спасение большого или раненого сородича, даже при прямой личной угрозе, – интересы сохранения вида важнее индивидуальных.

В некоторых работах приходится встречать выражение «понятийная структура» (например, предметной области). При ознакомлении оказывается, что на деле речь идет о «структуре понятий». Но первое является результатом атрибутивного синтеза, второе – реистического, и понятно, что эти результаты различны: под первым понимается свойство (какая структура или – какие понятия имеют место), под вторым – совокупность отношений между понятиями.

Между атрибутивным и реистическим синтезом имеется также следующее важное различие. Так как мы имеем в виду для реистического синтеза модельное (мысленное, проектное) представление, то, вообще говоря, любые объекты могут быть синтезированы реистически, поскольку их можно рассматривать совместно как некую пару объектов (близких, далеких, разноуровневых, как антиномию и т. д.), даже если не помнить первый закон Барри Коммонера: «Все связано со всем». Но для атрибутивного синтеза это не так: не *каждый* объект можно рассматривать в качестве свойства *любого* другого, если, конечно, не оперировать метафорами, используя переносный смысл: твердый характер, железная воля или патовая ситуация. В самом деле, такое свойство, как соленость, даже мысленно нельзя преставить как свойство соловьиной трели или второго члена биннома Ньютона, а твердость – как свойство телевизионной картинки. (Аристотель говорил, что бессмысленно рассуждать о слепоте или зрячести камня, поскольку этими признаками могут обладать лишь живые существа). Итак, в атрибутивном синтезе возникает необходимость запрета некоторых комбинаций. Эта проблема в ЯТО решается введением понятия «невозможная вещь» и соответствующих правил его применения. Такой прием в методологическом отношении значительно обогащает возможности атрибутивного (и реляционного) синтеза.

Реляционный синтез. С этим видом синтеза мы имеем дело тогда, когда одна вещь (реляционная компонента реляционного синтеза) устанавливается в качестве отношения к другой вещи (реистическая компонента реляционного синтеза). Если мы хотим объединить такие «вещи», как «группа предприятий» и «сотрудничество», то результатом такого реляционного синтеза будет: «комплементарная группа предприятий» или при более сильной связи (более выраженном отношении): «группа сотрудничающих предприятий», кластер. Очень важно отметить, что, формулируя правила реляционного синтеза, можно активно использовать основное свойство отношений, отличающее отношения от свойств: способность отношений образовывать новые объекты из тех, между которыми они устанавливаются. Примеры: супружеская пара, промышленное предприятие, рота солдат, пирамидальная сеть, рынок, электрическая розетка, миллион примеров.

В цитируемой работе ([8]) в результате рассмотрения ряда аксиом и теорем (как это было сделано и для других видов синтеза), применительно к реляционному синтезу представлен ряд выводов и ограничений. Вот несколько примеров: из данных вещей или с помощью данного отношения нельзя получить любую вещь, в определенной вещи невозможно установить любое отношение, имеет место асимметрия отношений между вещами и отношениями и некоторые другие.

В рамках *реляционного анализа* зафиксировано, например, положение о том, что субстрат определенной вещи нельзя отождествлять с самой вещью: та же самая вещь может быть реализована на разных субстратах, если сохраняется отношение, отождествляемое с самой вещью. Вообще изучение области отношений системных дескрипторов, с одной стороны, с разными конфигурациями разновидностей анализа и синтеза, с другой, – представляется чрезвычайно интересной задачей с далеко идущими следствиями и в методологическом, и непосредственно в прикладном плане.

Результаты проведенного рассмотрения иллюстрируются рядом применений к задачам науковедения, задачам анализа, синтеза и типологии знаний. Например, одно из положений исследования определяет тип знания, которое устанавливает точно фиксированные отношения в неопределенных вещах и отличные от этих отношений свойства. К такому типу знания относится, например, кибернетика, изучающая фиксированные отношения – управления и контроля в неопределенных объектах и также исследует некоторые свойства, отличные от управления и контроля, например, оптимальность. Один из вариантов реистического анализа будет соответствовать анализу субстрата, к которому относится знание. Это, в свою очередь, соответствует тому, как кибернетику делят на промышленную, техническую и т. д. Но такое членение не затрагивает того, что является существенным в этом знании. В другом варианте можно провести членение кибернетики на главы, каждая из которых охватывает отдельные части процесса управления или, в третьем варианте, разные виды управления (например, дискретное – непрерывное).

Но более интересным может быть применение атрибутивного и реляционного анализа. Их назначением будет уже не классификация, а углубление, развитие научного знания. При этом из данной структуры знания могут быть получены другие, производные от нее. Далее, с помощью реляционного синтеза может быть представлен тот тип синтеза, который реализует «пронизывание» ряда частных естественных наук более общими науками (например, методология или математика), которые отражают какую-то общую сторону (количественную, структурную, управление, ...). Такая стержневая наука представляет собой определенный тип отношений, устанавливаемых в других науках.

Заканчивая этот краткий обзор разновидностей синтеза и анализа, выскажем в качестве простого методологического примера небольшое, но существенное соображение. Даже при первом знакомстве с реляционным синтезом и реляционным анализом становится понятным достаточно спокойное отношение в серьезных публикациях последних лет к методу анализа иерархий, хотя в прежнее время он вызывал очень большой энтузиазм. Для многих разработчиков стало понятным: это действительно эффективный метод, но лишь для систем, в которых имеют место иерархические отношения. А как быть с системами, структура которых имеет гетерархический или анархический характер, или для которых «вертикальный» или «горизонтальный» характер связей вообще не важен? А как быть с системами, структура которых имеет в принципе полевой, средовой характер (или ее удобно так представить)? Ведь в настоящее время все больше систем понимаются и рассматриваются именно как полевые.

Если разработчик, занимаясь сложной системой, применяет к ней тот или иной конкретный метод, например, метод анализа иерархий, хотя бы он его и хорошо знал (или – «все так делают»), а затем удовлетворенно считает свою работу выполненной, то это порой напоминает ситуацию с поисками потерянных ключей под фонарем, потому что там светло. На деле мир отношений гораздо богаче, вряд ли он по своему разнообразию уступает миру свойств.

Из приведенного краткого обзора видно, что достаточно высокое разнообразие категорий и их типов порождает весьма большое разнообразие результатов системного синтеза, что представляется ощутимо важным для разработчиков. Эти результаты и методики подробно рассмотрены в [8]. В этой работе, как говорилось, рассмотрены также и названные выше разновидности системного анализа (реистический, атрибутивный и реляционный анализ), со своими особенностями, богатыми возможностями и результатами. Очень важно учитывать диалектические отношения между синтезом и анализом.

7. Некоторые цели и задачи системного синтеза (вместо заключения)

Представляет интерес провести хотя бы краткое рассмотрение функционального назначения таких важных процедур, как системное моделирование и системный синтез. Каковы их задачи, чему способствует и что продвигает системный синтез, кроме решения своих прямых задач проектирования, моделирования и построения новых сложных объектов? Отметим здесь лишь некоторые важные для нас аспекты: методологический, познавательный и некоторые другие.

Итак, применение методов и идеологии системного синтеза (и системного анализа) дает возможность обеспечить в более полном объеме и с более высоким качеством:

- объяснение (в том числе – на модели) рассматриваемых сложных процессов, явлений, ситуаций;
- формирование междисциплинарного языка высокой степени общности;
- выявление *структуры* своих знаний (т. е. лучше познать познанное – известно, что прочитать книгу – еще не значит ее познать);
- формирование своих знаний как операциональных, работоспособных, целеориентированных;
- указание возможных путей формирования новых знаний (выявление родо-видовых отношений, переход от плоских к объемным представлениям, системные модели – шаг к ликвидации разрыва между «известным» и познанным, нахождение новых имен – семиотическая линия, вакантные места в классификационных схемах,..);
- формирование (организация) контекстных отношений, формирование (организация) смыслов;
- построение моделей (больше моделей – больше точек зрения, модели как инструмент познания и деятельности, мыследеятельности);
- формирование операционального поведения;
- обучение (дать удочку, а не рыбу);
- вписывание своих знаний в общую картину мира, в широкую ноосферную парадигму;
- обучение в квадрате: «Учитель! Выучи ученика, чтобы потом было у кого учиться!» и так далее...

Некоторые вопросы синтеза, относящиеся к последним этапам приведенного перечня (в параграфе 3 настоящей работы), были рассмотрены ранее в ряде публикаций. Это касается задачи агрегирования и получения обобщенных оценок (см., напр., [4, 10, 11]), классификации и принятия решений (см., напр., [5, 11, 12]), построения Интеллектуального Агента для представления и интерпретации знаний и учета контекста [2]. Существенный материал по системному моделированию сложных объектов содержится в работах [13 – 15 и др.]. Материалы перечисленных публикаций (и ряда других) в применении к задачам системного анализа и синтеза предполагается использовать при продолжении настоящей работы.

Благодарности

Настоящая работа была выполнена при поддержке интернационального проекта ITHEA XXI Института информационных теорий и их приложений FOI ITHEA и Ассоциации ADUIS Украина (Ассоциация разработчиков и пользователей интеллектуальных систем).

The paper is published with financial support by the project ITHEA XXI of the Institute of Information Theories and Applications FOI ITHEA (www.ithea.org) and the Association of Developers and Users of Intelligent Systems ADUIS Ukraine (www.aduis.com.ua).

Литература

1. А. Крисиллов, Е. Соловьева, А. Уемов. Краткий методологический меморандум – ч. I. Information Science & Computing. International Book Series: Knowledge – Dialogue – Solution, N. 15. – ITHEA, Sofia, 2009.
2. Крисиллов А. Системный анализ с точки зрения системологии. // «Наукові записки Міжнародного Гуманітарного Університету», № 17. – Одеса: МГУ, 2010.
3. М. Ф. Бондаренко, Е. А. Соловьева, С. И. Маторин. Основы системологии. – Харьков: ХТУРЭ, 1998.
4. Крисиллов А., Крисиллов В. Формирование целеориентированной векторной модели для построения агрегированных оценок сложных объектов. // Методы решения экологических проблем. Под ред. проф. Л. Мельника. – Сумы: ОАО «СОТ»; изд. «Козацький вал», 2005.
5. А. Д. Крисиллов. Модельное описание процессов развития: механизмы, структура, система целей, индикаторы. Decision Making and Business Intelligence Strategies and Techniques (International Book Series “Information Sciences and Computing”, N 3), Supplement to International Journal “Information Technologies and Knowledge”, v. 2/2008.
6. В. В. Налимов. На грани III тысячелетия: что осмыслили мы, приближаясь к XXI веку. – М.: «Лабиринт», 1994.
7. А. И. Уемов. Системные аспекты философского знания. – Одесса: «Негоциант», 2000.
8. А. И. Уемов. Формальные аспекты систематизации научного знания и процедур его развития. В сб. «Системный анализ и научное знание». – М.: «Наука», 1978.
9. Уемов А. И. Системный подход и общая теория систем. – М.: «Мысль», 1978.
10. А. Д. Крисиллов. Интегральная оценка социально-экономич. развития приморских областей Украины: ресурсы, ситуация, приоритеты // Національні і регіональні особливості реформування соціально-економічних відносин і регулювання екологічних процесів в Україні та Польщі.- Киев – Одесса – Варшава, 1997.
11. А. Д. Крисиллов и др. Применение квалиметрических моделей при решении социально-экономических задач. International Journal “Information Theory & Application”, vol. 10, 2006, ITHEA, Sofia, 2006.
12. А. Д. Крисиллов. Принятие решений при зависимых признаках. Proc. of International Conference “Knowledge – Dialogue – Solution” – 2001, SPb. – 2001.
13. А. И. Катренко. Системный анализ объектов та процесів комп'ютеризації. – Львів: „Новий світ – 2000”, 2003
14. Бондаренко М. Ф., Соловьева Е. А., Маторин С. И., Ельчанинов Д. Б. Системологическая технология моделирования информационных и организационных систем. – Харьков: ХНУРЭ, 2005. б) Е. А. Соловьева. «Системологическое моделирование бизнеса для разработки информационных систем». Proc. XV International Conference “Knowledge – Dialogue – Solution”, vol. # 1, June 20 – 25, 2009, Varna (Bulgaria) – ITHEA, Sofia, 2009.
15. Kr. Markov, Kr. Ivanova, I. Mitov. a) Basic Structure of the General Information Theory. IJ ITA, vol. 14, No 1. – ITHEA, Sofia, 2006. b) General Information Theory Basic Formulations). – FOI COMMERCE, Sofia, 2003.

Информация об авторах

Анатолий Крисиллов – Одесская государственная Академия холода, к. т. н., доц. кафедры информационных и коммуникационных технологий; ул. Дворянская, 1/3, Одесса - 82, 65082, Украина; тел. (0482)-632-598; моб. (38097)-291-33-24; E – m: adkrissilov@list.ru

Авенир Уемов – Одесский Государственный университет им. И. И. Мечникова, профессор кафедры философии естественных факультетов, член Академии истории и философии науки (Калифорния, США); ул. Дворянская, 2, Одесса-26, 65026, Украина; тел. (0482)-636-817.