

## СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ ЭТАПОВ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И СИНТЕЗА (ПРОДОЛЖЕНИЕ «МЕТОДОЛОГИЧЕСКОГО МЕМОРАНДУМА» – ЧАСТЬ III)

Анатолий Крисилов

**Аннотация:** Рассмотрены методологические вопросы системного анализа и синтеза, разные «схемы» анализа. Дана характеристика видов неопределенности и пути ее преодоления в работах участников КДС; Показаны связи инженерии знаний и когнитологии.

**Ключевые слова:** системный анализ и синтез, самоопределение, виды синтеза, неопределенность, механизмы развития, инфос, понимание, моделирование, инженерия знаний, когнитология.

**Summary:** The methodological approach to obtaining description of the system analysis and synthesis is used. A good deal of attention is paid to the uncertainty and its decreasing in works of KDS-participants. Some links between the knowledge engineering and cognitology are shown.

**Keywords:** system analysis and synthesis, synthesis' kinds, uncertainty, adaptation, development' mechanisms.

**ACM Classification Keywords:** A.1. Information Technology for Knowledge Management. H.1.1 – Systems and Information Theory – General Systems Theory.

*Не в напрасном тщании убедить читателя доказательствами, но в неуклонном внутреннем стремлении автора обрести и явно выразить смутно ощущаемое им единство мира написан этот трактат.*

А. Подводный. «Тонкие тела», ч. I

*Небесные тенета имеют крупные ячейки. Но ничто не может миновать их.*

Лао-цзы. «Дао де цзин»

---

### 1. Вступительные замечания

---

*Не поклажа убивает животное, а избыток ее.*

М. Сервантес

На протяжении последних двух лет в рамках KDS (конференции, сборники) было опубликовано несколько материалов, объединенных названием «Методологический меморандум», части I и II [1, 2], а также работа [3]. Кроме того, в развитие и продолжение этих работ появились публикации [4, 5]. Настоящий материал продолжает поднятую ранее тему, – все более прочным становится представление, что продуктивное движение в области проблематики KDS, в области работ по искусственному интеллекту, по инженерии знаний, по решению ноосферных задач требует сейчас все более глубокого применения серьезного методологического инструментария, в частности, – аппарата системологии и смежных областей знания.

В предлагаемой работе, поневоле конспективной, акцент сделан на следующих вопросах. Продолжается рассмотрение содержания, целей и особенностей основных этапов системного анализа и системного синтеза, – с использованием этого аппарата для формирования Интеллектуального Агента [3]. В свою очередь, эту структуру предполагается использовать при построении систем искусственного интеллекта, для моделирования сложных систем, как инструмент описания и формирования знаний, наконец, как инструмент обучения. Здесь следовало бы обратить внимание на такой важный аспект указанной работы: одна из ориентаций систем искусственного интеллекта, по нашему мнению, – исследование с его помощью интеллекта естественного.

Необходимо подчеркнуть, что, занимаясь системным анализом сложных качественных объектов, планируя и выстраивая этапы системного синтеза сложных (многоцелевых, многоуровневых, гетерогенных, полиморфных и т. д.) структур, мы обязательно должны совершать последовательные шаги познания, выявлять и конструировать смыслы, сознательно расширять границы познанного. Первым инструментом, который у нас имеется для этих целей, является наше собственное сознание. В нем формируется более или менее адекватный образ объективной реальности, той живой среды, с которой мы имеем дело в тех или иных задачах и которая составляет ткань нашей деятельности и жизнедеятельности в целом. В этой среде, в объективной реальности работают наши воспринимающие механизмы, перцептивные системы, – они создают основу, отправляясь от которой можно двигаться в глубь вещей, в чем, собственно, и состоит сущность мышления и его прямое назначение.

Сказанное, в частности, поясняет, почему в целом ряде аспектов предметом нашего обсуждения будут вопросы мыслительной деятельности, гносеологии, новой науки – когнитологии. Если мы хотим, чтобы результаты системного анализа (и, естественно, синтеза) были адекватны поставленным задачам, целям, требованиям, – нам не избежать таких выходов к возможно более широким постановкам и представлениям. Мало того, каждый разработчик, повидимому, должен быть готов к сознательной ревизии своих прежних представлений, к формированию новых разнообразных фильтров, к сознательной и усиленной эксплуатации своего сознания. (В этом последнем обороте нет тавтологии, содержательно именно так обстоит дело, и от сознательного включения определенных возможностей и форм сознания выигрывает, в первую очередь, сам включающий).

В целом нужно сказать, что в настоящей работе ставится, вообще говоря, практическая, даже прагматическая задача: а) рассмотреть основные этапы (их содержание и особенности) системного анализа и системного синтеза как инструментов работы со сложными объектами и процессами, имеющими в основном качественную природу, слабоформализованными и плохо поддающимися структуризации; б) построить, в частности, при помощи этих инструментов, некоторую информационную структуру, такого Интеллектуального Агента, который был бы в состоянии эффективно функционировать в сложной информационной среде. При этом параллельно, разумеется, необходимо будет затронуть некоторые смежные вопросы и проблемы.

Вопрос об упомянутых выше фильтрах, через которые (и при помощи которых!) мы воспринимаем и/или перерабатываем в нашем сознании все воспринятое и «придуманное», чрезвычайно важен для реализации шагов системного анализа и синтеза. Мы, безусловно, обратимся к нему, но несколько позднее. Сперва – несколько других общих вопросов.

---

## 2. Различные «схемы» системного анализа и некоторые определения

---

*Язык дан человеку, чтобы скрывать свои мысли.*

*Околонаучный фольклор*

За последние десятилетия накопилось весьма большое количество работ по системному анализу и весьма небольшое – по системному синтезу. В целом ряде публикаций на разные темы встречается ссылка на применение модного метода - системного анализа; достаточно некому автору уразуметь, что он имеет дело со сложным объектом, как все, что он с ним делает, он считает системным анализом. В то же время в серьезной литературе давно появились относительно устойчивые представления об этом предмете. Приведем для примера и для ясности несколько определений (цит. по [12]).

«Энциклопедия кибернетики» (Киев, 1974 г., Гл. ред. Укр. Сов. Энцикл.): «...методология исследования объектов путем представления их в качестве *систем* и анализа этих систем. Является эффективным средством решения сложных, недостаточно четко сформулированных проблем. Предмет системного анализа включает в себя общесистемные характеристики и [описание] взаимодействия системы с ее окружением. Важнейшими теоретическими сферами системного анализа являются следующие направления: общие принципы проведения исследований сложных систем (и принципы интегрирования различных методов); проблемы сложности, неопределенности и методы их разрешения, проблема предельных характеристик системы; принципы машинно-реализуемой имитации. Ведущей концепцией системного анализа служит системный подход».

«Советский энциклопедический словарь» (М., 1989 г., «Сов.Энциклопедия»): «...совокупность методов и средств, используемых для подготовки и обоснования решений по сложным проблемам политического, военного, социального, экономического, научного и технического характера. Основная процедура - построение обобщенной модели, отображающей взаимосвязи реальной ситуации. Опирается на системный подход».

«Философский словарь» (М., 1986): «...согласно принципам системного анализа, возникающая перед обществом та или иная сложная проблема (прежде всего, проблема управления) должна быть рассмотрена как нечто целое, как система во взаимодействии всех ее компонентов. Для принятия решения об управлении этой системой необходимо определить ее цель. Важным этапом системного анализа является построение обобщенной модели исследуемой или конструируемой системы»... И т. д.

**Таблица I. Разновидности поэтапных структур системного анализа**

По С. Оптнеру	По С. Юнгу	По С. Никанорову	По Ю. Черняку
1. Идентификация симптомов	1. Определение целей организации	1. Выявление проблемы	1. Анализ проблемы
2. Определение актуальности проблемы	2. Выявление проблемы	2. Оценка актуальности проблемы	2. Определение системы
3. Определение целей	3. Диагноз	3. Анализ ограничений проблемы	3. Анализ структуры системы
4. Определение структуры	4. Поиск решения	4. Определение критериев	4. Формулировка общих целей и критериев
5. Определение возможностей	5. Оценка и выбор альтернативы	5. Анализ существующей системы	5. Декомпозиция целей, определение потребностей в ресурсах, композиция целей
6. Выявление альтернатив	6. Согласование решения	6. Поиск возможностей	6. Выявление ресурсов, композиция целей
7. Оценка альтернатив	7. Утверждение решения	7. Выбор альтернативы	7. Прогноз и анализ будущих условий
8. Выработка решения	8. Подготовка к вводу в действие	8. Обеспечение признания альтернативы	8. Оценка целей и средств
9. Верификация и принятие решения	9. Управление реализацией решения	9. Принятие решения (признание формальной ответственности)	9. Выбор вариантов
10. Запуск процесса реализации решения	10. Оценка эффективности	10. Реализация решения	10. Диагноз существующей системы
11. Управление процессом реализации решения		11. Определение результатов решения	11. Разработка комплексной программы развития
12. Оценка реализации и ее последствий			12. Проектирование организации для достижения целей

Из приведенных текстов видны основные черты системного анализа, – методологии, разрабатываемой достаточно давно (по меркам существующих темпов научно-технического развития), однако все еще находящейся на стадии становления. Предлагаемая нами на KDS серия методологических работ является иллюстрацией высказанной оценки.

Выше на **Табл. I** приведена в кратком изображении сводная картина нескольких отличающихся «схем» проведения системного анализа. Они принадлежат различным известным школам и разработчикам, в них много общего: привязка к работам и задачам по управлению производством или крупными научно-техническими проектами, опора на мощный административно-бюрократический ресурс, идеология субъектно-объектных отношений (!). Различия между ними невелики, относятся больше к технико-технологическим вопросам и к разной зависимости проектантов, разработчиков и работников от степени бюрократизации.

Поскольку эта сводная таблица находится перед глазами, целесообразно для сопоставления практически без комментариев привести опубликованный ранее, в «Кратком методологическом меморандуме» [1] перечень предлагаемых нами этапов системного анализа:

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.

Следует отметить, что предложенная структура отличается не только наличием очень важных этапов (таковым, например, является этап самоопределения, а также моделирование, по непонятным причинам отсутствующее в вышеприведенных вариантах), но и свойственным именно современному системологическому подходу целостным, холистическим мышлением, отношением к системе связей в исследуемой системе, что и нашло частичное отражение в предыдущих частях данной работы.

Рассмотрим далее вопрос, относящийся к содержанию (и ограничениям) в работе человека, имеющего дело со сложными процессами и объектами: это неопределенность.

---

### 3. Неопределенность, адекватность отражения, полнота модели

---

*Что мы знаем о лисе?*

*Ничего.*

***И то – не все.***

#### **Б. Заходер**

Совершенно естественно, что в этой задаче (описание, оценка, анализ, наконец, - пути преодоления) неопределенности сошлись интересы многих разработчиков в области инженерии знаний. Это имеет место и для активных участников движения KDS. Попробуем вкратце описать эту ситуацию, выявляя достаточно широкие совместные возможности осмыслительного и аппаратного характера.

Известна следующая классификация нечеткости/неопределенности в различных задачах работы со знаниями (мы сознательно здесь не обсуждаем вопрос о корректности или некорректности применения в данных случаях использованных терминов, для нашей задачи это не очень важно):

- а) многозначность, многоаспектность рассматриваемых данных или знаний;
- б) ненадежность данных, их случайный характер;
- в) недетерминированность исходных данных или выводов;
- г) неполнота рассматриваемой картины или описываемого процесса;
- д) нечеткость или неточность описания.

Другим способом классификации может послужить фиксация места или источника неопределенности - на выходе измерительного устройства, в канале передачи данных, на выходе компьютера и т. д.

В работах В. С. Донченко [6 и некот. др.] рассмотрены математические модели, определенным образом специфицированные для работы с различными видами неопределенностей: мы видим здесь множественные модели (МнМоН), работающие со случайностями, с нечеткостью, с недетерминированностью. Рассматривая (условную и содержательную) структуру неопределенности, автор предлагает для разных компонент этой структуры разные подходы для уменьшения неопределенности, например, минимаксные схемы или интервальный подход, и для вариативных и функциональных частей рассматриваемых величин оказывается возможным в разной степени такое уменьшение.

Решая (в других работах, вместе с Н. Ф. Кириченко) задачу кластеризации по гиперплоскостям, авторы используют «расстояние Махаланобиса», вводят понятие «расстояние соответствия». Это представляется чрезвычайно интересным и могущим быть эффективно использованным в работе Г. С. Воронкова [8], посвященной ревизии ряда серьезных положений теории отражения. В этой работе автор предлагает даже, отмечая не обязательно изоморфный характер отображения информации в нейронных структурах мозга, вместо названия «теория отражения» использовать термин «теория соответствия». Возможно, теперь, при использовании понятия о расстоянии соответствия, можно навести определенную метрику, отражающую степень сходства воспринятого и воспринимаемого образов. (В отношении названия: может быть, можно даже сказать «теория ответственности», акцентируя внимание не только и не столько на результате, финальном акте, - «отражении», - но и на делящемся динамическом процессе, и на состоянии «картины отражения», впрочем, это не обязательная тонкость).

Хотелось бы указать еще на две-три связи в рассматриваемой непростой проблеме. Одна из них - фиксация принципиальной возможности-невозможности и адекватности моделирования сложных (физических, но не только!) процессов, схематически изображенная на одном из коронных рисунков (рис. 10.1.) главы 10 в работе И. И. Горбаня [7], представленная на одном из докладов автора в 2009 году. Представляется, что и здесь может иметь смысл попытка оценки адекватности при помощи «расстояния соответствия». Кажется, что возникают любопытные связи, и не только формальные.

Далее, инженерным средством для последовательного уточнения описания сложных объектов и ситуаций, в том числе, и с использованием указанных здесь идей, являются растущие сети [9 и др.]. Если рассматривать их не только как пирамидальные (то есть именно как сетевые, не обязательно иерархические) и, кроме того, обеспечить в возникающих узлах и ветвях (при определенных условиях) некоторую свободу действий, то их информационные возможности могут быть ощутимо расширены.

Наконец, следует сказать о мощной роли идеи «инфоса» (см., напр., [15] и ряд др. работ тех же авторов). Представляется, что Инфос может играть роль (в том числе, в приведенных выше задачах) отличного буфера, контрольного или метрологического агента, передатчика и/или преобразователя информации, линии задержки, концентратора, фильтра и так далее. Он вправе требовать больше внимания сегодня.

---

#### 4. Вместо заключения

---

*Большие батальоны всегда правы.*

**Наполеон**

Настоящий материал представляет собой третий фрагмент начатого два года назад «Методологического меморандума». Хотя собственно методологическая/системологическая часть этой работы далеко не исчерпана (и ее участники надеются на реальное и основательное ее продолжение), тем не менее, в процессе работы оказались затронутыми и, в некоторой степени, раскрытыми и определенные содержательные аспекты работы со знаниями. Это относится к разработке Интеллектуального Агента, к описанию эффективных методов системного синтеза (реистического, атрибутивного, реляционного), к постановке и разработке этапа самоопределения и др.

Говорят, что если ты хочешь рассмешить Бога, – расскажи ему о своих планах. Все же стоит рискнуть. За пределами настоящей работы осталось в данный момент несколько важных вопросов, которые просятся к рассмотрению в ближайшее время. К ним относятся:

- - раскрытие структуры Интеллектуального Агента; описание системы «Вольвокс»;
- - описание роли положительной и отрицательной обратной связи в системных объектах;

- - включение эмерджентных, непредусмотренных ситуаций («Штирлиц идет по коридору...»);
- - описание разных совокупностей фильтров;
- - детальное рассмотрение видов системного синтеза; их комбинирование в конкретных задачах;
- - решение в системологическом аспекте задач таксономии и мерономии;
- - рассмотрение принципа Кюри (в системном представлении);
- - роль вакантных позиций;
- - роль понятий «граница», «застава»;
- - формы изменений и механизмы развития; виды адаптации,

и еще некоторые.

В заключение нашего разговора о желаемой (возможной ли?) полноте и точности выстраиваемого описания сложных процессов следует привести несколько цитат.

Ю. М. Лотман: «...Возникает центральный вопрос и вытекающие из него следствия: 1) неизбежность того, что пространство реальности не охватывается ни одним языком в отдельности, только их совокупностью; 2) необходимость более чем одного (минимум двух) языков для отражения запредельной реальности».

Нильс Бор, автор принципа дополнительности, устанавливающего несводимость и взаимную (целостную) дополнительность дискретного и волнового (средового!) языков описания очень тонких фундаментальных событий: «...урок, который мы из этого кризиса извлекли, решительно продвинул нас по пути никогда не кончающейся борьбы за гармонию между содержанием и формой. Описать процессы, протекающие в окружающем нас мире, с помощью одного языка невозможно. Необходимы разные описания, в каждом из которых яснее проявляются те или иные (взаимно-исключающие и дополняющие друг друга) особенности изучаемого явления». Для некоторых задач управления и бизнеса эти вопросы рассмотрены в [13, 14].

В. И. Вернадский: «...Рост научного знания XX века быстро стирает грани между отдельными науками. Мы все больше специализируемся не по наукам, а по проблемам».

К сожалению, уже нет сейчас среди живых замечательного человека и исследователя Валентина Васильевича Налимова. В контексте представлений о самосознании, самоопределении и развитии в целом очень примечательной и характерной для его образа мышления является концовка одной из последних его работ [10]: «...Теория самоорганизации, если еще и не может достаточно внятно объяснить такое величественное явление, как спонтанное саморазвитие Универсума в целом (включая и развитие сознания в нем), то по крайней мере не должна препятствовать возможности такого явления. Мне кажется, мировоззрение, выступающее перед нами вне самостоятельного семантического начала, недостаточно для осмысления мироустройства. Слишком простым и скучным был бы Мир, лишенный свободных смыслов». И далее: «Сейчас у нас появляется все больше и больше возможностей для обоснования тезиса о вездесущности хотя бы слабых форм сознания. Вселенная предстает перед нами как самосознающая грандиозная структура. Сознание по своей природе спонтанно, а спонтанность порождает самоорганизацию. Самоорганизация - это выбор, или - иначе - фильтрация из потенциально заложенного изначально. Процесс фильтрации можно описать математически - силлогизмом Байеса. Мы можем раскрыть содержательность этой модели. Особенно хорошо это получается для высоких форм сознания - психики человека. И больше ничего сказать нельзя. Дальше - запредельное.

Тайна».

Здесь сохранено все так, как он написал, включая расположение текста. Можно лишь добавить к этому сейчас, по крайней мере, два соображения, два «понимания»:

- постоянно происходит изменение расположения и формы этой границы, она постоянно сдвигается (но, разумеется, не параллельно самой себе), – таков, повидимому, один из законов развития ноосферы;
- другой его, развития, закон – тайна постоянно и неукоснительно остается, и тоже, повидимому, меняется, в том числе – и благодаря нашим изменениям.

---

## 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).

---

## Литература

---

- 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.
- А. Крисиллов, А. Уемов. О шагах системного синтеза (продолжение «Методологического меморандума» – часть II). Information Models of Knowledge, v. 19. Proc. of Intern. Confer. “Knowledge – Dialogue – Solution” (KDS – 2010), Kiev, Sept. of 2010, ITHEA, Kiev – Sofia, 2010.
- А. Крисиллов. «Шаги системного синтеза и построение Интеллектуального Агента в задачах представления знаний», Труды Междун. Конфер. «КДС - 2010». Варна, июнь 2010.
- Крисиллов А. Системный анализ с точки зрения системологии. //«Науковий вісник Міжнародного Гуманітарного Університету», № 1. – Одеса: МГУ, 2011.
- Крисиллов А. Краткое описание шагов системного синтеза. //«Науковий вісник Міжнародного Гуманітарного Університету», № 2. – Одеса: МГУ, 2011.
- В. С. Донченко. Структуры, неопределенность: математическое моделирование. //Intern. Book Series “Artificial Intelligence and Decision Making”. № 7, Sofia, 2008.
- И. И. Горбань. Теория гиперслучайных явлений. - Киев: ГП «УкрНИУЦ», 2007.
- Г. С. Воронков. Обязательно ли ощущения являются изоморфными «образами» мира: анализ некоторых аспектов теории отражения. //Intern. Book Series “Artificial Intelligence and Decision Making”. № 7, Sofia, 2008.
- V. Gladun, V. Velychko, L. Svyatogor. Hierarchical Three-level Ontology for Text Processing. //Intern. Book Series “Artificial Intelligence and Decision Making”. № 7, Sofia, 2008.
- В. В. Налимов. Самоорганизация как творческий процесс. В кн. «Синергетическая парадигма». – М., Прогресс-Традиция. 2002.
- И. И. Шафрановский. Симметрия в природе. – М.: Недра, 1968.
- М. Ф. Бондаренко, Е. А. Соловьева, С. И. Маторин. Основы системологии. – Харьков: ХТУРЭ, 1998.
- 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.
- 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.
- 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. c) Крассимир Марков: [http://www.foibg.com/ibs\\_isc/ibs-13/ibs-13-p01.pdf](http://www.foibg.com/ibs_isc/ibs-13/ibs-13-p01.pdf)

---

## 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](mailto:adkrissilov@list.ru)*