

МЕТОДИКА КОГНИТИВНОГО АНАЛИЗА ФОРМИРОВАНИЯ ОБРАЗА НОВОГО ИЗДЕЛИЯ В ПРОЦЕССЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Лопухов В.М., Лопухова Н.Г.

Алтайский государственный технический университет
им. И.И.Ползунова

На кафедре «Системы автоматизированного проектирования» (САПР) Алтайского государственного технического университета (АлтГТУ) им. И.И. Ползунова методику когнитивного подхода к формированию образа нового изделия в процессе автоматизированного проектирования разработал и ввёл в учебный процесс доктор технических наук, профессор Леонид Алексеевич Козлов. Сотрудники кафедры САПР продолжают поддерживать эту методику и ищут новые пути её развития.

Данная методика в полной мере применяется студентами пятого курса (дипломниками) при анализе предметной области и объекта проектирования. Методика позволяет реализовать раннюю стадию проектирования, основанную на логических, теоретико-познавательных и когнитивных аспектах.

Проектирование является познавательной деятельностью, в процессе которой реализуется трудный путь от самых общих представлений об объекте проектирования до детальной проработки, разрабатываемой автоматизированной информационной системы (АИС). В большинстве случаев АИС для той или иной предметной области и является объектом проектирования. Согласно статье И.П. Норенкова «Подходы к проектированию автоматизированных систем» под ранними стадиями проектирования будет пониматься верхний уровень проектирования АИС - концептуальный. Концептуальное проектирование выполняется в процессе предпроектных исследований, формулировки технического предложения и разработки эскизного проекта. Предпроектные исследования проводятся путём анализа

(обследования) деятельности предприятия (компании, учреждения, организации), для которого создаётся или модернизируется АИС. При этом нужно получить ответы на вопросы: что не устраивает в существующей технологии? Что можно улучшить? Кому это необходимо и, следовательно, каков будет эффект? Перед обследованием формируются и в процессе его проведения уточняются цели обследования – определение возможностей и ресурсов для повышения эффективности функционирования предприятия на основе автоматизации процессов управления, проектирования, документооборота и т.д. Содержание обследования – выявление структуры предприятия, выполняемых функций, информационных потоков, имеющихся опыта и средств автоматизации. Обследование проводят системные аналитики (системные интеграторы), коими и являются инженеры-системотехники, совместно с представителями организации-заказчика.

На основе анализа результатов обследования строят модель, отражающую деятельность предприятия на данный момент (до реорганизации). Такую модель называют «As Is» (как есть). Далее разрабатывают исходную концепцию АИС. Эта концепция включает в себя предложения по изменению структуры предприятия или объекта проектирования, взаимодействию подразделений, информационным потокам, по выбору базовых программно-аппаратных средств, причём предложения должны учитывать прогноз развития предприятия – всё это должно выражаться в модели «To Be» (как должно быть или как будет). В концепции может быть предложено несколько вариантов выбора решения поставленной перед проектировщиком задачи. Концепция, являющаяся результатом анализа и представленная в виде технического предложения, бизнес-плана создания АИС и формулировки смыслового значения разрабатываемой системы, представляется заказчику для окончательного согласования. На этапе предпроектных исследований и на последующих этапах целесообразно придерживаться определённой дисциплины фиксации и представления получаемых результатов основанной на той или иной методике формализации спецификацией. Формализация нужна

для однозначного понимания исполнителями и заказчиком требований, ограничений и принимаемых решений. При концептуальном проектировании применяют ряд спецификаций, среди которых центральное место занимают модели преобразования, хранения и передачи информации. В процессе обследования предприятия разрабатывают функциональные, информационные, поведенческие и структурные модели. В процессе разработки АИС модели, как правило, претерпевают существенные изменения (переход от «As Is» к «To Be») и в окончательном виде модель «To Be» рассматривают в качестве модели проектируемой (разрабатываемой) АИС.

Придерживаясь идеологии И.П. Норенкова, наши студенты выполняют концептуальное проектирование на основе лингвистического треугольника Г. Фреге. Данное проектирование является одним из логико-эпистемических познавательных подходов. Познавательные подходы принято делить на логико-эпистемические (эпистемологические) и когнитивные. К логико-эпистемическим обычно относятся категориальный анализ, теория парадигмы по Т. Куну, гипотетико-дедуктивный метод «псевдоиндукции» по К. Попперу, модельные множества Я. Хинтики и концептуализация на основе лингвистического треугольника Г. Фреге и другие. При помощи гипотетико-дедуктивного метода «псевдоиндукции» по К. Попперу можно успешно подойти к конкретному уровню абстрагирования АИС. Кроме конкретного уровня абстрагирования д.т.н., профессор Г.Д. Волкова выделяет ещё абстрактный и объектный. Когнитивный подход предполагает использование когнитивных моделей и когнитивной графики, которые получили признание инженеров благодаря множеству примеров их эффективного использования.

Под концептуальным проектированием понимается процесс формирования системы взглядов на объект проектирования, которые порождают замысел будущего изделия. Полезным инструментом здесь является лингвистический треугольник Г. Фреге на рисунке 1.

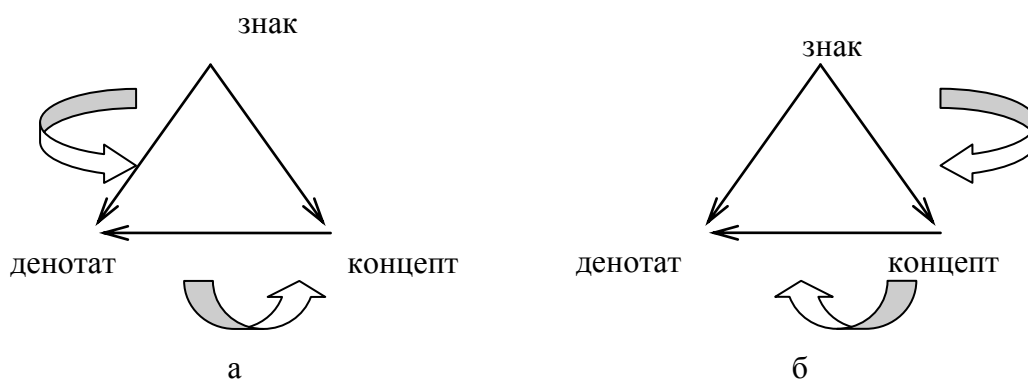


Рисунок 1 – Треугольник Фреге

Знак – это признаковая модель. Она объединяет комплекс понятий, определяющих объект проектирования.

Концепт – это концептуальная модель. Окончательно определяет концепцию проектной деятельности.

Денотат – это модель денотата. Отражает структуру деятельности по реализации объекта проектирования.



а – ученого; б – проектировщика.

Рисунок 2 – Схемы рассуждений

Согласно треугольнику Фреге ученый и проектировщик движутся в разных направлениях. У ученого есть конкретный объект для научных исследований, следовательно, он движется по пути «знак-денотат-концепт». А проектировщик только разрабатывает объект и движется по пути «знак-концепт-денотат», что показано на рисунке 2.

В [2] на основе этого построена методика формирования концептуального образа изделия. Роль признаковой модели играет многопосылочная схема вывода «сорит». «Сорит» строится с использованием специально разработанного информационно- программного обеспечения «Автоматизированная система построения сорита», разработанного на кафедре САПР. В качестве денотационной модели используется когнитивно-ориентированная иерархия семантических сетей. Далее выводы «сорита» и семантическая сеть совмещаются, также с помощью специального программного обеспечения. На основе определенных правил проводится анализ и формируется концептуальный образ изделия.

Подробнее опишем проведение когнитивного анализа при формировании образа нового изделия в процессе автоматизированного проектирования.

Шаг первый. Начинаем с рассмотрения когнитивной модели Сергеева-Цимбурского, показанной на рисунке 3.

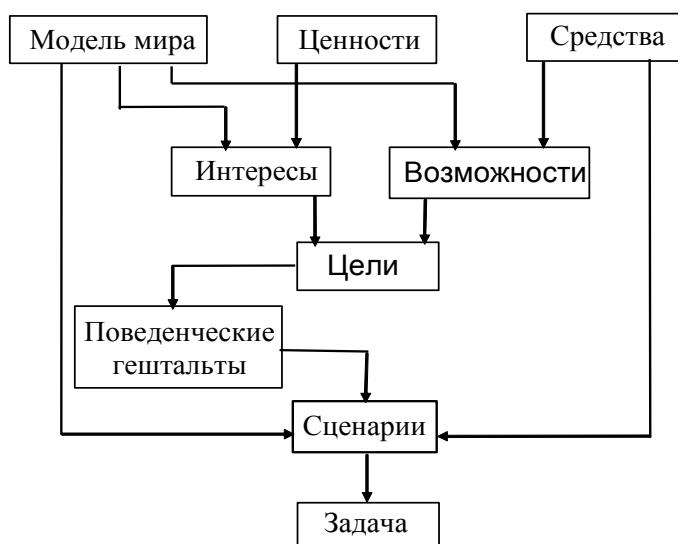


Рисунок 3 – Когнитивная модель В. М. Сергеева
и В. Л. Цимбурского

Эта модель является целеполагающей. Начинаем рассматривать данную модель применительно предметной области, т.е. проводим предпроектное обследование. На основе анализа результатов обследования строим модель «As

Is», отражающую деятельность предприятия на данный момент или состав и функционирование объекта проектирования (до реорганизации). Для этого описываем блок «Модель мира». Остальные блоки когнитивной модели описываем применительно разрабатываемого объекта проектирования, т.е. модели «То Ве». Формируются corteжи сущностей (субстанций) для предметной области. На основе corteжей строится семантическая сеть, которая отражает «текущее положение дел». Затем строится «сорит» и анализируются полученные сущности на последнем уровне, которые будут являться концептуальными, т.е. будут нести смысловое значение объекта проектирования до модифицирования или предметной области, в которую внедряемся. На основе сорита также строится семантическая сеть.

Шаг второй. Выполняем категориальный анализ на основе трёх категорий Р. Декарта и Дж.Локка: субстанция, атрибут, отношение. Выделяем категориальные понятия, связанные с предметной областью объекта проектирования и самим объектом проектирования. Составляем две таблицы. Одна содержит колонки «субстанция» и «атрибут», а другая – «субстанция», «отношение» и «субстанция». На основе таблиц строим когнитивно-ориентированные иерархии семантических сетей с переходом между уровнями по диссонирующему звену.

Шаг третий. Исходя из построенной иерархии семантических сетей, выделяем наиболее важные понятия проблемной области и преобразуем их в нормализованную форму. Составляем унарные высказывания и затем строим «сорит» при помощи программы «Сорит». Выводы, полученные в сорите, будут носить концептуальный характер, т.е. можно сформулировать концепцию разрабатываемого объекта проектирования.

Шаг четвёртый. Строим концептуальный каркас процесса формирования образа объекта проектирования, применяя методику получения практически значимых выводов на основе совмещения следствий, генерируемых «соритом», с содержательным наполнением семантической сети (накладываем выводы «сорита» на семантическую сеть). Эта методика более

подробно описана в главе 4 учебного пособия Л.А. Козлова «Когнитивное моделирование на ранних стадиях проектной деятельности». В результате полученная когнитивно-ориентированная семантическая сеть будет являться денотатной (денотационной) моделью разрабатываемого объекта проектирования.

Существуют ещё две апробированные когнитивные разработки нашей кафедры, при помощи которых можно получить концепцию объекта проектирования. Одна из них - это когнитивное структурирование проектной деятельности на основе метамодели Карла Поппера, которое относится к гипотетико-дедуктивному методу.

В рассуждениях научной и технической направленности индуктивные схемы часто сопровождаются дедуктивными. В науках, где эксперимент играет важную роль, индукция служит для обобщения данных, результатов наблюдения или экспериментального исследования. Результат, полученный таким образом, по сути дела, является гипотезой. Гипотеза естественно должна быть подвергнута проверке. Это осуществляется путем получения следствий из гипотезы, которые в дальнейшем подвергаются анализу. В зарубежных публикациях этот подход обычно увязывают с именем Карла Поппера, где он именуется как “метод псевдоиндукции” [3]. Суть этого метода сводится к тому, что на определенном этапе изучения проблемы появляется возможность выдвинуть гипотезу некоторой теории, которая претендует на достоверность на данном этапе познания. Затем из нее выводятся следствия и осуществляется серия попыток доказать несостоятельность теории на основании выявления ложности хотя бы одного следствия. Если это удастся, то теория отвергается, если нет - то на данном этапе познания она признается приемлемой. Графически в общем виде схема этого подхода изображается К. Поппером следующим образом.

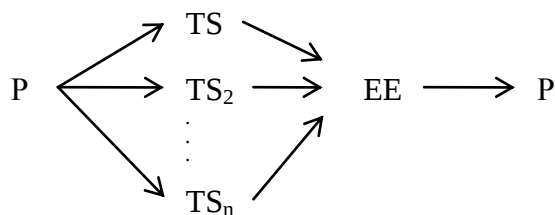


Рисунок 4 - Упрощенная схема метода «псевдоиндукции»

На данной схеме приняты следующие обозначения. P_1 – проблема требующая решения, TS_n – предположительное пробное решение или теория, EE – процесс устранения ошибок, который состоит из критического обсуждения или экспериментальных проверок, P_2 – новая проблема.

В разделе 7.1 работы [4] К. Поппер, по сути, отказывает эпистемической логике в праве формирования научного знания. Эпистемическая логика оперирует такими формулами, как “а знает, что р” или “а верит, что р”. Эти формулы обычно символически записываются так: “ Kap ” или “ Var ”, где К и В соответственно означают отношение познания и веры, а - познающего или верящего субъекта, р - суждение, которое известно или в которое верят. К. Поппер говорит: “... нельзя сказать, что ученый (я буду называть его S) или познает или верит во что-то. Что же он в действительности делает?” И приводит список вариантов:

- "S пытается понять P";
- "S пытается думать об альтернативах P";
- "S пытается думать о критических оценках P";
- "S предполагает экспериментальную проверку P";
- "S пытается аксиоматизировать P";
- "S пытается вывести P из Q";
- "S пытается показать, что P не выводится из Q";
- "S предлагает новую проблему X, вытекающую из P";
- "S предлагает новое решение проблемы X, вытекающей из P";
- "S критикует свое последнее решение проблемы X, вытекающей из P".

В работе [3] данный список рассматривают с позиции темпоральной модальности, т. е. проводят нумерацию порядка их следования и получают последовательность процедур эпистемического толка, направленную на реализацию некоторой исследовательской деятельности. Пронумерованные тезисы называли шагами. Далее в соответствие каждому шагу ставится подходящую для его реализации когнитивную модель из числа рассмотренных в этой же работе. В результате получили модель, которую называли “схема 10 шагов К. Поппера”. Ниже на рисунке 1.2 приведена “схема 10 шагов К. Поппера”. В схеме следует понимать аббревиатуру КМППР Института США и Канады как когнитивную модель принятия решений В. М. Сергеева и В. Л. Цимбурского.

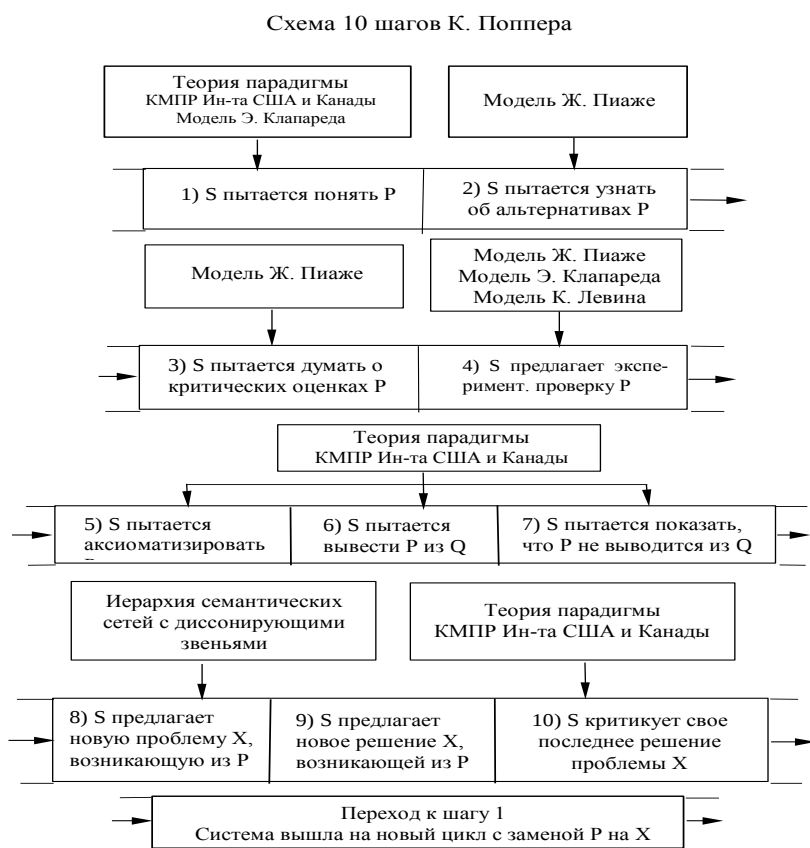


Рисунок 5 – Схема "10 шагов К. Поппера"

Схема не сводится к этим моделям, они не отменяют ее, но каждый шаг схемы может быть интерпретирован в терминах предлагаемых моделей. В тех случаях, когда схема рассуждений не осложняется деталями и ситуациями,

когда логика вывода просматривается достаточно ясно, от услуг моделей можно отказаться.

Вторая - многоаспектная когнитивная модель формирования образа объекта рассмотрения представлена на рисунке 6. В данной модели объект рассматривается с различных аспектов, то есть признаки характеризующие объект формулируются исходя из каждого аспекта. Для каждой области рассмотрения на основе сформулированных унарных высказываний формулируются бинарные высказывания. Далее строится многопосылочная схема логического вывода «сорит». «Сорит» строится с использованием ИПО «Автоматизированная система построения сорита». Совокупность унарных высказываний, бинарных высказываний и выводов сорита образуют признаковую модель по аналогии с принятыми формулировками в методике концептуализации на основе треугольника Г. Фреге, а семантическая сеть соответственно денотационную модель.

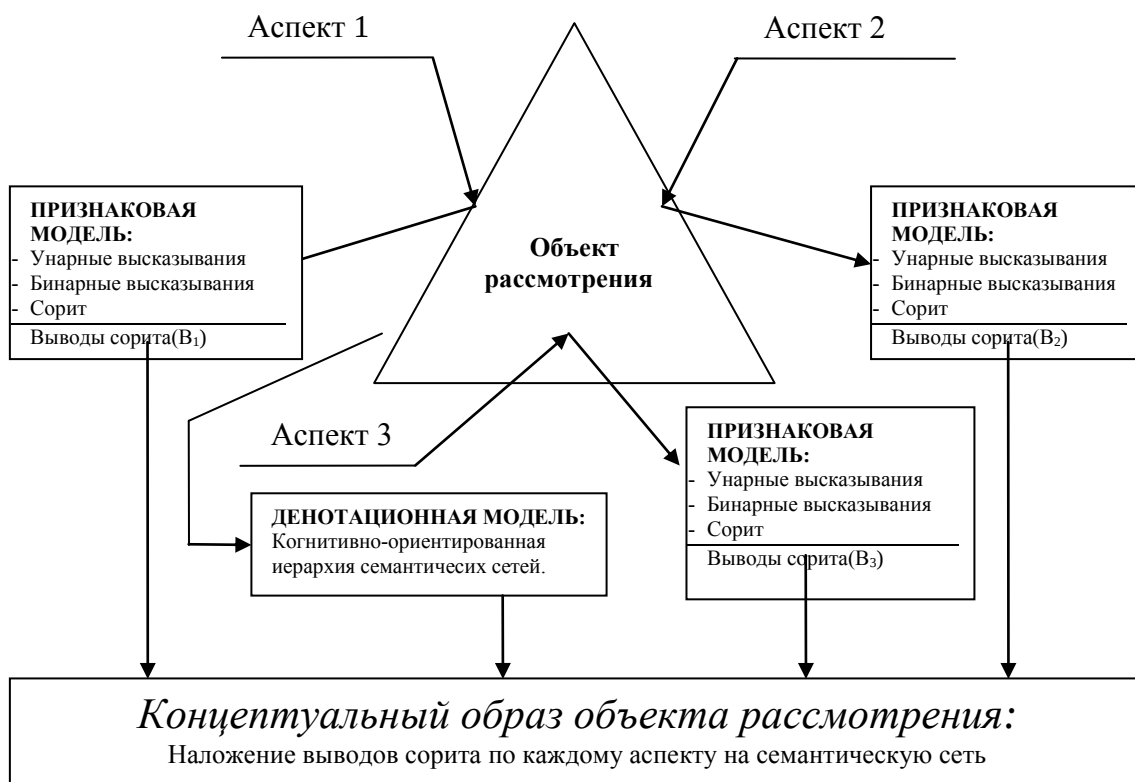


Рисунок 6 – Многоаспектная когнитивная модель формирования образа объекта рассмотрения

Семантическая сеть строится на основе описаний объекта сформированных в признаковых моделях, но в единую структуру. Совмещение аспектных признаков моделей проводится последовательным наложением выводов сорита по каждому аспекту на семантическую сеть. Таким образом формируется концептуальный образ рассматриваемого объекта. Наложение выводов сорита на когнитивно-ориентированную иерархию семантической сети с помощью ИПО «Редактор диаграмм v1.0», разработанного на кафедре САПР .

Возможными аспектами рассмотрения объекта могут быть:

- экономический аспект;
- аспект перспективности;
- аспект работоспособности;
- аспект экологичности;
- аспект безопасности;
- эстетический аспект;
- аспект конкурентоспособности и т.д.

Можно подвести итог всему выше сказанному, что кафедра САПР при рассмотрении и реализации своих когнитивных подходов при формировании образа нового изделия в процессе автоматизированного проектирования придерживается технологии когнитивного анализа и моделирования, которая была разработана подразделением Сектор-51 Института проблем управления РАН. В основу технологии когнитивного анализа и моделирования легла когнитивная (познавательльно-целевая) структуризация знаний об объекте и внешней для него среды.

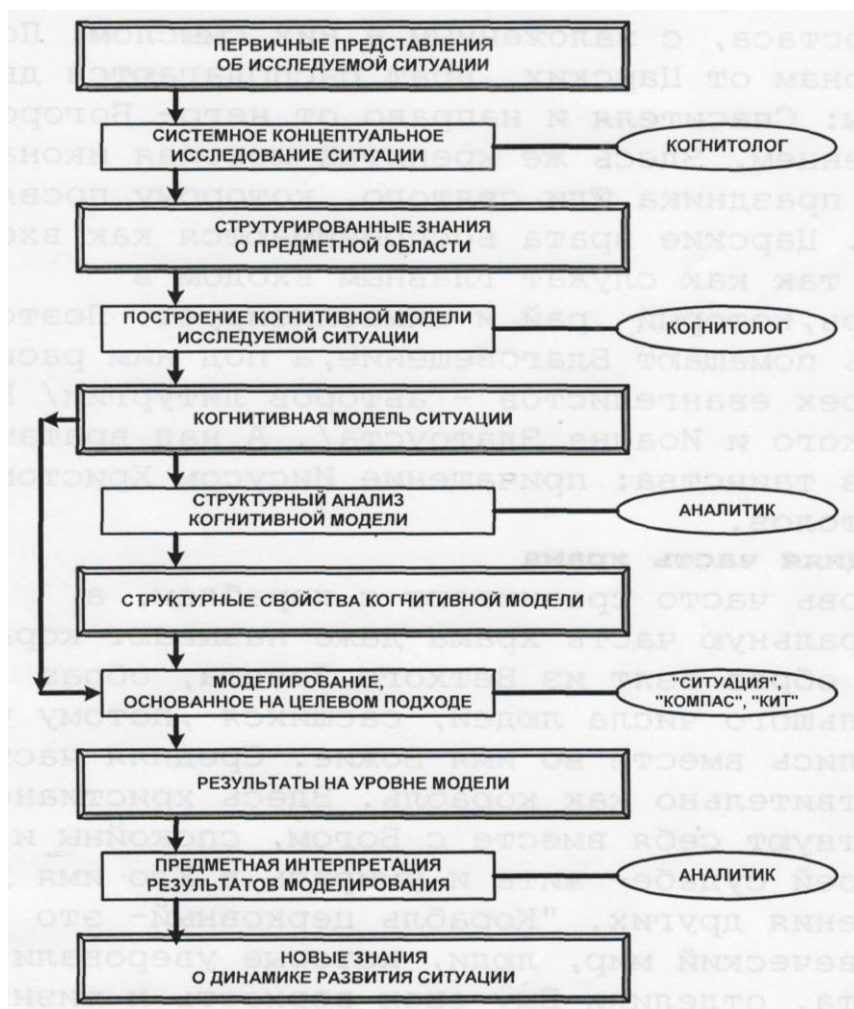


Рисунок 7 – Технология когнитивного анализа и моделирования
института проблем управления РАН

Список литературы

1. Норенков, И.П.: «Подходы к проектированию автоматизированных систем» [Электронный ресурс]Электронный журнал «Наука, образование», Федеральный портал «Инженерное образование». – Режим доступа <http://technomag.edu.ru:8001/db/msg/26310.html>
2. Козлов, Л.А.: Когнитивное моделирование на ранних стадиях проектной деятельности: учебное пособие с грифом УМО. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2001. – 247 с.
3. Поппер, К.: Логика и рост научного знания. – М.: Прогресс, 1983. – 608 с.

4. Фреге, Г.: Логика и логическая семантика. М.: Аспект пресс, 2000. – 512 с.
5. Норенков, И.П. Основы автоматизированного проектирования : Учеб. для вузов 2-е изд., перераб-е и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002. – 336 с.: ил.