

УДК 004.81,004.822,004.825

**А. Ф. Верлань\***, д-р техн. наук, професор,

**И. А. Чмырь\*\***, д-р техн. наук, професор,

**Ю. О. Фуртат\***, аспирант

\*Институт проблем моделирования в энергетике

им. Г. Е. Пухова НАНУ, г. Киев,

\*\*Одесский государственный экологический университет, г. Одесса

## ЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ТРАНЗАКЦИИ ЭРОТЕТИЧЕСКОГО ДИАЛОГА

Статья посвящена исследованию и моделированию внутренней структуры транзакции эротетического диалога. На основе анализа реальных (естественных) диалогов предложена онтологическая модель диалогового взаимодействия между людьми. Показана роль диалоговой транзакции в структуре естественного диалога и введено понятие эротетического диалога как одного из видов полномасштабного естественного диалога. Предложен спектр моделей, поясняющих внутреннюю сущность эротетической транзакции. Отличительной особенностью предложенных моделей является их ориентация на структуру порций декларативных знаний, ассоциированных с транзакцией. Для представления порций декларативных знаний использован понятийный аппарат языка тернарного описания Умова.

**Ключевые слова:** *онтологическая модель, эротетический диалог, диалоговая транзакция, декларативные знания, язык тернарного описания.*

**Введение.** Диалоговый процесс является одним из важнейших феноменов ментальной и интеллектуальной деятельности человека. Диалог представляет собой цепь взаимосвязанных информационных транзакций, которая формируется в результате обмена знаниями между субъектами диалогового взаимодействия. Отличительной особенностью диалогового взаимодействия есть его целенаправленность, следствием которой является наличие логической зависимости между отдельными транзакциями. Анализ практически любой когнитивной активности человека обнаруживает, что в ее основе лежит диалоговый процесс. Так, например, рассуждения, как в широком, так и узком понимании, являются, по сути, «разговором с самим собой», или диалоговым взаимодействием, в котором оба субъекта диалога представлены одной и той же личностью.

Диалоговая транзакция служит средством обмена знаниями между субъектами диалога. Поэтому диалоговый процесс следует рассматривать как процесс, основанный на знаниях, а диалоговую систему — как систему, основанную на знаниях. Подавляющее большинство исследователей явно или неявно предполагают, что знания в

диалоговой транзакции представлены в виде пропозиций и поэтому, во-первых, в публикациях преобладают вербальные примеры элементов диалоговых транзакций, а во-вторых, для формального представления пропозиций чаще всего используется нотация логики первого порядка [1; 2]. Такая ориентация на пропозициональное понимание и моделирование диалога определяется традиционным способом представления знаний в этой области и, с нашей точки зрения, не должна рассматриваться как единственно возможная.

Исследования, имеющие отношения к диалоговому взаимодействию, можно обнаружить в различных и, часто, не очень родственных науках. Перечень, возможно неполный, включает: искусственный интеллект, когнитивную психологию, эротетическую логику и эпистемологию.

Одно из наиболее известных подтверждений важности диалога, которое мы находим в искусственном интеллекте, является тест Тьюринга для операционной верификации интеллектуальности искусственной системы, базирующийся на диалоговом процессе между человеком и тестируемой системой [3]. Современное изложение искусственного интеллекта, интегрирующее все его разделы, основано на концепции интеллектуальных агентов [4]. Интеллектуальный агент является также и диалоговым агентом. Он не мыслим вне проблемной среды, а транзакции между проблемной средой и интеллектуальным агентом определяют поведение последнего.

Теория когнитивного развития Пиаже, относящаяся к области когнитивной психологии, неявно предполагает, что движущей силой развития схем (обобщенное наименование блока знаний в долговременном хранилище) является диалоговый процесс [5]. Если согласиться с идеей о том, что человек появляется на свет с некоторым количеством врожденных схем, необходимых для его выживания в начальный период жизни, а благоприобретенные знания определяются последующим развитием и ростом этих схем, то методом, осуществляющим эволюцию врожденных схем, является диалоговый процесс. В области когнитивной психологии можно обнаружить еще несколько теорий, вносящих свой вклад в понимание сущности диалогового процесса. Например, циклическая модель восприятия, предложенная Найссером, является, по сути, моделью диалогового процесса, если источник потока воспринимаемых сенсорных событий интерпретировать как субъекта диалогового процесса [6; 7].

Диалоговая транзакция, в какой бы форме она не была представлена, может рассматриваться как запрос одного из субъектов диалога на получение знаний от противоположного субъекта. При такой интерпретации диалоговой транзакции логической основой ее структуры является структура вопросно-ответных пар, изучению которых посвящены работы в области эротетической логики [8].

Эпистемология, или наука о знаниях, также имеет непосредственное отношение к пониманию сущности диалогового процесса, поскольку направлена на изучение и моделирование тех видов знаний, которые используют субъекты диалогового общения. Особый интерес представляет версия, предложенная Хинтиikka и названная им Сократическая эпистемология, в которой ключевую роль играет эротетический (вопросно-ответный) диалог [9].

Большое количество журнальных публикаций, в которых встречаются словосочетания «диалоговый процесс» и «диалоговый агент», отражают сугубо прагматическое отношение к изучению диалога. Целью этих работ является не понимание феномена диалогового взаимодействия, а построение искусственной системы, способной играть роль вербального интерфейса между конечным пользователем и прикладной компьютерной программой. Так, например, поиск в Web порождает более семи миллионов ссылок на Web-страницы, включающие словосочетание «диалоговый агент» и посвященные решению тех или иных практических проблем. Диалоговые агенты проектируются, исходя из потребности реализации исключительно коммуникативных функций, и их сложно отнести к системам «думающим, как человек», согласно классификации Рассела и Норвига [4].

Формальное моделирование диалогового процесса должно начинаться с изучения естественного диалога во всем его многообразии. В тех случаях, когда модели диалоговых агентов основаны на фундаментальных принципах человеческого диалога, можно ожидать, что искусственные диалоговые агенты наследуют богатые когнитивные возможности естественного диалогового процесса. Искусственный диалоговый агент только тогда может считаться таковым, если он может поддерживать диалог, уровень сложности которого мало чем отличается от уровня сложности естественного диалога.

Целью настоящей статьи является получение формальных моделей транзакции естественного диалога, направленных, главным образом, на более полное понимание внутренней логической сущности диалоговой транзакции, но и достаточно определенных, чтобы служить основой для проектирования диалоговой базы знаний. В качестве первого шага к достижению поставленной цели авторы посчитали необходимым построить онтологическую модель полномасштабного естественного диалога. Последующая работа полностью опирается на отмеченную онтологическую модель и направлена на получение формальных моделей классов вопросов и релевантных им ответов в онтологическом базисе языка тернарного описания Умова, который использован для представления декларативных знаний, ассоциированных с диалоговой транзакцией.

**Естественный диалог и его онтологическая модель.** Для построения формальных моделей, обозначенных в качестве цели настоящей статьи, необходимо опираться на онтологическую модель естест-

венного диалога, построенную на основе анализа некоторого количества протоколов реальных диалоговых процессов, отражающих все их логическое и операционное многообразие [10]. Существует множество источников таких протоколов. Например, протоколы допросов подозреваемых, в которых следователь пытается доказать вину подозреваемого, а последний — убедить следователя в том, что он невиновен. Однако, более доступным и более богатым источником протоколов естественных диалогов является диалогическая литература философского и теологического направления. Одним из наиболее значимых источников естественных диалогов такого рода являются диалоги Платона [11]. В настоящей работе мы посчитали целесообразным начать формирование онтологической модели естественного диалога со знакомства с небольшим фрагментом одного из диалогов Платона, названного «Протагор». Протокол, приведенный ниже, представлен в форме, немного отличающейся от оригинала. Незначительные изменения и добавления сделаны с целью его структуризации. Так, например, в протоколе отмечены начало и конец каждой транзакции, а также явно указаны субъекты диалогового общения. Диалог происходит между Сократом (С) и Гиппократом (Г) перед их встречей с Протагором. Термины «активный» и «реактивный» агент будут определены после примера диалога.

----- Начало транзакции 1. С — активный агент.

С: Так мы идём платить деньги Протагору, потому что он софист?

Г: Конечно.

----- Конец транзакции 1.

С: А если бы спросили тебя ещё и вот о чём: «Сам-то ты кем намерен стать, раз идёшь к Протагору?»

Г: Если сообразоваться с прежде сказанным, то ясно, что я собираюсь стать софистом.

----- Конец транзакции 2.

С: А тебе не стыдно было бы, клянусь богами, появиться среди эллинов в виде софиста?

Г: Клянусь Зевсом, стыдно, Сократ, если говорить то, что я думаю.

----- Конец транзакции 3.

С: Но пожалуй, Гиппократ, ты полагаешь, что у Протагора тебе придётся учиться иначе, подобно тому как учился ты у учителя грамоты, игры на кифаре или гимнастики? Ведь каждому из этих предметов ты учился не как будущему своему мастерству, а лишь ради своего образования, как это подобает частному лицу и свободному человеку.

Г: Конечно, мне кажется, что Протагорово обучение скорее такого рода.

----- Конец транзакции 4.

С: Так сам-то ты знаешь, что собираешься делать, или тебе это неясно?

**Г:** О чём это ты?

----- Конец транзакция 5. Обмен ролями. Далее С — реактивный агент.

**С:** Ты намерен предоставить попечение о твоей душе софисту, как ты говоришь; но, право, я бы очень удивился, если бы ты знал, что такое софист. А раз тебе это неизвестно, то ты не знаешь и того, кому ты вверяешь свою душу и для чего — для хорошего или дурного.

**Г:** Я думаю, что знаю.

----- Конец транзакции 6. Обмен ролями. Далее С — активный агент.

**С:** Так скажи, что такое софист, по-твоему?

**Г:** Я полагаю, что по смыслу этого слова, он — знаток в мудрых вещах.

----- Конец транзакции 7.

**С:** Да ведь это можно сказать и про живописцев, и про строителей: они тоже знатоки в мудрых вещах; но если бы кто-нибудь спросил у нас, в каких именно мудрых вещах знатоки живописцы, мы бы сказали, что в создании изображений; и в других случаях ответили бы так же. А вот если бы кто спросил, чем мудр софист, что бы мы ответили? В каком деле он наставник?

**Г:** А что если бы мы так определили его, Сократ: это тот, кто наставляет других в искусстве красноречия?

----- Конец транзакции 8. Обмен ролями. Далее С — реактивный агент.

**С:** Может быть мы и верно бы сказали, однако недостаточно, потому что этот наш ответ требует дальнейшего вопроса: если софист делает людей искусными в речах, то о чём эти речи? Кифарист, например, делает человека искусным в суждениях о том, чему он его научил, — то есть об игре на кифаре. Не так ли?

**Г:** Да.

----- Конец транзакции 9. Обмен ролями. Далее С — активный агент.

**С:** Допустим. Ну а софист, в каких речах он делает искусным? Не ясно ли, что в речах о том, в чём он и сам сведущ?

**Г:** Похоже на то.

----- Конец транзакции 10.

**С:** А в чём же софист и сам сведущ, и ученика делает сведущим?

**Г:** Клянусь Зевсом, не знаю, что тебе ответить.

----- Конец транзакции 11.

**С:** Как же так? Знаешь, какой опасности ты собираешься подвергнуть свою душу? Ведь когда тебе бывало нужно вверить кому-нибудь своё тело и было неизвестно, пойдёт ли это на пользу или во вред, ты и сам немало раздумы-

вал, верить его или не верить, и друзей и домашних призывал на совет и обсуждал это дело целыми днями. А когда речь зашла о душе, которую ты ведь ставишь выше, чем тело, потому что от того, будет она лучше или хуже, зависит, хорошо или дурно пойдут все твои дела, ты ни с отцом, ни с братом и ни с кем из нас, твоих друзей, не советовался, верить ли тебе или не верить свою душу этому пришлому чужеземцу. Лишь вчера ввечеру, по твоим словам, услышав о нём, ты уже сегодня идёшь спозаранку, не поразмыслив и не посоветовавшись о том, нужно ли верить ему себя или нет, и сразу готов потратить и собственные деньги, и деньги друзей, как будто ты уже дознался, что тебе нужно непременно сойтись с Протагором, которого, как ты говоришь, ты не знаешь и не разговаривал с ним никогда. Ты называешь его софистом, а что такое софист, оказывается, совсем не ведаешь, хоть и собираешься верить себя ему.

**Г:** Так оно и выходит, Сократ, как ты говоришь.

----- Конец транзакции 12.

**С:** А что, Гиппократ, не будет ли наш софист чем-то вроде торговца или разносчика тех припасов, которыми питается душа? По-моему, во всяком случае, он таков.

**Г:** Но чем же питается душа, Сократ?

----- Конец транзакции 13. Обмен ролями. Далее С — реактивный агент.

Начнем с того, что заменим ранее используемый термин «субъект диалога» на термин *диалоговый агент*. Диалоговые агенты формируют диалоговую транзакцию. Хотя участников беседы может быть сколь угодно много, диалоговую транзакцию всегда формируют только два диалоговых агента. В диалоге «Протагор» в различные моменты времени транзакции формируют различные пара агентов: Сократ-Гиппократ, Сократ-Протагор, Сократ-Каллий и др. Диалоговый агент, в процессе диалогового взаимодействия, может играть одну из двух ролей: роль *активного диалогового агента* и роль *реактивного диалогового агента*. Агент исполняет роль *активного диалогового агента* в том случае, когда ему необходимы знания, которые он предполагает получить от своего партнёра по диалогу. Агент исполняет роль *реактивного диалогового агента* в том случае, когда он предоставляет своему партнёру, имеющиеся у него знания. В приведенном фрагменте диалога вначале Сократ играет роль активного агента, а Гиппократ — роль реактивного. Затем, агенты несколько раз обмениваются ролями. Положим, что инициатором смены ролей, как правило, является реактивный агент. Активный агент удовлетворён своей ролью и после смены ролей старается восстановить прежнюю роль при первой же возможности.

В том случае, когда транзакцию формируют два агента, между которыми осуществляется диалоговое взаимодействие, имеет место *внешний диалог*. Однако, диалоговую транзакцию может формировать и один агент. В этом случае роль активного и реактивного агентов попеременно исполняет один и тот же агент. Такой диалог назовём *внутренним диалогом*. Вербальный внутренний диалог часто называют монологом, а ментальный — размышлением.

В случае внешнего диалога знания, которые запрашивает активный агент, хранятся в долговременной памяти реактивного агента, а знания, на которые ссылается реактивный агент в своём ответе, — в долговременной памяти активного агента. В случае внутреннего диалога и запрашиваемые, и получаемые знания хранятся в долговременной памяти одного и того же агента.

Большая часть приведенного фрагмента диалога иллюстрирует внешний диалог, происходящий между двумя агентами, однако в нём присутствует и внутренний диалог. В тринадцатой транзакции Сократ ведёт диалог «сам с собой» и то, что он говорит, можно представить следующим образом:

**С (активный)** : А что, Гиппократ, не будет ли наш софист чем-то вроде торговца или разносчика тех припасов, которыми питается душа?

**С (реактивный)** : По-моему, во всяком случае, он таков.

Внешнее проявление диалога представляет собой логически связанную цепь *информационных транзакций*. Каждая транзакция является завершённым циклом обмена знаниями между активным и реактивным агентами. Характерной особенностью диалога, которая отличает его от других форм интерактивного взаимодействия, например, от работы человека с прикладной системой баз данных, является наличие логической связи не только между компонентами отдельной транзакции, что очевидно, но и между самими транзакциями. Именно наличие такой логической связи превращает набор транзакций в целенаправленный интеллектуальный процесс.

Транзакция представлена двумя *информационными посылками*. *Информационная посылка активного агента* имеет статус вопроса. Слово «статус» здесь означает, что информационная посылка активного агента не обязательно является вопросом в грамматическом смысле. Она может принимать различные формы. Форма информационной посылки не влияет ни на цель отдельной транзакции, ни на цель диалога в целом. Для активного агента важным является получение доступа к запрашиваемым знаниям, а не форма запроса, при помощи которого осуществляется этот доступ. Отсюда следует, что доступ к одним и тем же знаниям активный агент может получить при помощи различных информационных посылок.

Анализ естественных диалогов показывает, что информационные послышки активного агента могут варьироваться от простого «да/нет»-вопроса, до продолжительного внутреннего диалога. Однако, даже в том случае, когда информационная посылка активного агента представляет собой некоторые его рассуждения, произносимые вслух, то она всё равно имеет статус вопроса по отношению к реактивному агенту. Поэтому уместно говорить о *степени интеррогативности информационной посылки активного агента* [12].

Информационную посылку активного агента можно понимать как *поисковое предписание*, необходимое для получения доступа к знаниям реактивного агента, или как некоторую *ссылку*, обеспечивающую доступ к области долговременной памяти реактивного агента.

*Информационная посылка реактивного агента* имеет статус ответа на вопрос. Эту информационную посылку можно также понимать как поисковое предписание, необходимое для получения доступа к знаниям, активного агента, или как ссылку на участок долговременной памяти активного агента, где хранятся запрашиваемые знания.

В приведенном фрагменте диалога одной из наиболее простых транзакций, с точки зрения структуры её информационных посылок, является транзакция под номером один.

**С:** Так мы идём платить деньги Протагору, потому что он софист?

**Г:** Конечно.

В этой транзакции активный агент Сократ передаёт реактивному агенту Гиппократу информационную посылку, обеспечивающую Сократу доступ к знаниям, которыми обладает Гиппократ, и которые отсутствуют у Сократа. Сократ не знает, намерен ли Гиппократ платить деньги Протагору только на основании того, что Протагор софист. Информационная посылка активного агента имеет высокую степень интеррогативности и представлена одним вопросительным предложением.

В двенадцатой транзакции информационная посылка Сократа, выступающего в роли активного агента, имеет более сложную структуру. Она представлена текстом, который отражает некоторые предварительные рассуждения, проведенные Сократом, и которому, в целом, присуща некоторая степень интеррогативности.

В *транзакции 12* Сократ хочет узнать, согласен ли Гиппократ с его выводом, заключающемся в том, что нельзя верить свою душу человеку, с которым ты не знаком, и которого называют софистом, не зная, что означает это слово, поскольку душе может быть нанесён вред так же, как он может быть нанесён телу. Информационная посылка Сократа представляет собой внутренний диалог, начинающийся с вопроса. Сократ задаёт вопрос, затем эксплицирует его и отвечает на него. Можно предположить, что внутренний диалог Сократа

имеют целью уточнить характер запрашиваемых знаний, и что без этих уточнений его информационная посылка не обеспечит доступ именно к тем знаниям, которые необходимы.

Таким образом, информационная транзакция является структурным элементом диалога и имеет интеррогативную природу.

Диалог является целенаправленным интеллектуальным процессом. Каждый из агентов диалога стремится к достижению своей собственной цели. Агенты формируют потоки информационных посылок, которые согласуются с их целью. В этом смысле диалоговые процессы являются процессами решения проблем. Легко заметить целенаправленный характер информационных посылок Сократа в приведенном фрагменте. Последовательность его вопросов направлена на достижение цели, которую можно сформулировать, например, следующим образом: «убедить Гиппократ в том, что его первоначальное желание стать учеником Протагора, заплатив ему за это любые деньги, является ошибочным».

В связи с очевидной связью проблематики естественного диалога с проблематикой решения проблем введём понятие *диалогового поведения*, под которым будем понимать реализацию метода решения проблемы при помощи диалогового процесса. В приведенном фрагменте диалога Сократ демонстрирует некоторое диалоговое поведение, которое является реализацией метода, названного в некоторых публикациях методом вопросов Сократа [13].

Рассмотрим, кратко, сущность этого метода. Сократ мог бы достичь свою цель несколькими способами. Например, он мог бы, апеллируя к своему авторитету, сразу предложить окончательный вывод, сказав: «Поверь мне, Гиппократ, не следует стремиться стать учеником Протагора любой ценой, не выяснив, чему он будет тебя учить, и будут ли полезны приобретённые у него знания». В этом случае Сократ передал бы Гиппократу, скорее, не знания, а веру, опирающуюся на свой авторитет.

Он мог бы предложить Гиппократу прослушать свои рассуждения, которые завершаются сформулированным выше заключением.

Однако Сократ предпочитает вступить в диалог с Гиппократом, предложив ему серию интеррогативных информационных посылок с predetermined вариантами ответов. Информационные послылки Сократа сформулированы таким образом, чтобы ответы Гиппократ составили цепь рассуждений, которая завершается сформулированным выводом. Таким образом, Гиппократ, ведомый Сократом, сам выводит сформулированное выше заключение. В этом суть метода Сократа. Находясь в роли активного агента, Сократ, таким образом, управляет диалогом, чтобы побудить оппонента отвечать так, как это требуется для формирования цепи умозаключений, завершающейся целевым заключением. Секрет успеха Сократа в том, что с каждым

вопросом ассоциировано некоторое множество возможных ответов, которое не зависит от знаний реактивного агента, а исключительно от самого вопроса. Поэтому он таким образом строит свои информационные послышки, чтобы максимально сузить количество возможных ответов или, по возможности, свести его к единице.

Последующее изложение осуществляется в рамках некоторых упрощающих предположений. Первое из них заключается в том, что вместо полномасштабного естественного диалога рассматривается его вариант, называемый *эротетическим диалогом*.

В эротетическом диалоге информационная послышка активного агента имеет стопроцентную степень интеррогативности и представляет собой вопрос в лингвистическом смысле слова, а информационная послышка реактивного агента — ответ на этот вопрос. Эротетический диалог — это шаг в направлении упрощения естественного диалога, который, однако, представляется целесообразным по следующим причинам. Во-первых, естественный диалог, как правило, можно конвертировать в эротетический, сохранив при этом исходные цель и метод, во-вторых, исследование эротетического диалога может базироваться на более или менее формализованных теориях и, в-третьих, результаты, полученные при исследовании эротетического диалога можно попробовать обобщить до полномасштабного естественного диалога.

В эротетическом диалоге знания, которые запрашивает активный агент, и которые возвращает реактивный агент, являются декларативными в том смысле, который вкладывают в понятие декларативных знаний когнитивные психологи [14]. Поэтому модель структуры эротетической транзакции в контексте представления знаний должна основываться на некоторой приемлемой концепции представления декларативных знаний. Хотя система декларативных знаний человека, по всей видимости, едина и подобна ткани, в которой близлежащие части сцеплены между собой, эротетическая транзакция имеет дело с отдельной небольшой частью или порцией системы декларативных знаний человека. Поэтому нам понадобятся средства представления только порции декларативных знаний, ассоциированных с эротетической транзакцией.

В эпистемологии не принято использовать декларативно-процедурную дихотомию знаний. Однако из контекста ряда публикаций можно заключить, что знания-that и знания-wh — это эпистемологическое наименование порции декларативных знаний, участвующей в эротетической транзакции [15]. Эти знания представлены в виде естественно-языковой пропозиции, являющейся ответом на that-или wh-вопрос, соответственно.

Wh-вопрос — это класс вопросов, обобщающий шесть подклассов: 1) who/кто-вопрос; 2) what/что-вопрос; 3) when/когда-вопрос; 4) where/где-вопрос; 5) how/как-вопрос и 6) why/почему-вопрос. Зна-

ния, выражаемые ответами на вопросы из перечисленных классов, формируют шесть классов декларативных знаний, рассматриваемых эпистемологами: 1) кто-знания; 2) что-знания; 3) когда-знания; 4) где-знания; 5) как-знания и 6) почему-знания.

Эпистемологическое понимание знаний-wh можно проиллюстрировать примерами следующих шести естественно-языковых предложений: 1. “Я знаю, *кто* есть Протагор”. 2. “Я знаю, *что* он будет говорить”. 3. “Я знаю, *когда* он начнёт беседу”. 4. “Я знаю, *где* будет беседа”. 5. “Я знаю, *как* Протагор начнёт выступление”. 6. “Я знаю, *почему* его аргументы некорректны”.

Приведенная классификация отражает явную пропозициональную ориентацию эпистемологического представления знаний, участвующих в эротетической транзакции.

Если следовать интерпретации введенных ранее понятий, то вопрос активного агента следует рассматривать как поисковое предписание, детерминирующее область памяти реактивного агента, в которой находится ответ. Такая интерпретация предполагает, что реактивный агент уже обладает запрашиваемыми знаниями. Однако, это только один из возможных случаев. Можно сформулировать примеры вопросов, запрашивающих знания, отсутствующие в памяти и предполагающих выполнение некоторой ментальной работы или ментального усилия с участием ресурса «внимание». Поэтому по отношению к участию ресурса «внимание» реактивного агента в формировании ответа разделим вопросы на два класса: *вопросы типа «поисковое предписание»* и *вопросы типа «задача»*.

Для ответа на вопрос типа «задача» реактивный агент должен решить задачу, ассоциированную с вопросом. Ответом является вариант решения, полученный реактивным агентом. Рассмотрим примеры:

Сколько лет будет моему дедушке в следующем году, если он родился в 1948 году?

Ясно, что ответ на этот вопрос не хранится в памяти реактивного агента, а требует использование ресурса «внимание» для проведения вычислений.

Вопрос типа «поисковое предписание» предполагает, что в памяти реактивного агента имеются все возможные ответы, а структурные элементы вопроса позиционируют память на требуемый участок. Для формирования ответа на вопрос типа «поисковое предписание» не требуется использование ресурса «внимание». Примером может служить вопрос:

Как тебя зовут?

В классе вопросов типа «поисковое предписание» можно выделить подклассы. Активный агент, формулирующий вопрос типа «поисковое предписание» не знает заранее, обладает ли реактивный агент запраши-

ваемыми знаниями. Вопрос, который запрашивает отсутствующие знания, может поставить реактивного агента в тупиковую ситуацию, поскольку запрашиваемые знания отсутствуют. Например, на вопрос:

Почему Вы скрываете, что Вы мужчина?

Сложно ответить женщине, которая не является мужчиной.

Классификация вопросов на вопросы типа «поисковое предписание» и вопросы типа «задача» не абсолютна и должна рассматриваться по отношению к знаниям реактивного агента. Если задача, порожаемая вопросом, решается впервые или очень редко (настолько редко, что процесс забывания превалирует), то для её решения, согласно гипотезе Канемана, выделяется ресурс «внимание» [16]. В случае многократного ответа на одни и те же или аналогичные вопросы типа «задача» решение запоминается, для ответа на вопрос более не требуется механизм внимания, а сам вопрос превращается в вопрос типа «поисковое предписание».

Каждый вопрос обладает некоторой степенью неопределённости. Поэтому по отношению к степени неопределённости все вопросы можно разделить по крайней мере на два класса: неопределённые и определённые. Это грубая классификация, не учитывающая степень неопределённости вопроса, но достаточная для целей настоящей статьи.

Неопределённый вопрос означает, что ответ может принадлежать одному из нескольких классов ответов. Отвечая на неопределённый вопрос, реактивный агент может использовать одну из следующих двух стратегий: (1) по своему усмотрению выбрать класс знаний, к которому принадлежит ответ; (2) с целью уменьшения или снятия неопределённости, вместо ответа сформулировать уточняющий вопрос. Последний случай означает обмен ролями между диалоговыми агентами и может рассматриваться как одна из причин смены ролей в эротетическом диалоге. Очевидно, что процесс уточнения неопределённого вопроса может быть итерационным, если реактивный агент воспринимает новый вопрос, как неопределённый. Рассмотрим вопрос:

Кто живёт за этой дверью?

Это явно неопределённый вопрос. Запрашиваемые знания могут принадлежать одному из нескольких классов: (1) знания о паспортных данных жильца; (2) знания о внешности жильца, и т.д. Реактивный агент, получив такой вопрос и желая уточнить, какие знания запрашивает активный агент, может вместо ответа передать своему партнёру следующий уточняющий вопрос:

Вы хотите знать имя жильца, который живёт за этой дверью, либо что-то другое?

Если активный агент возвращает реактивному агенту вопрос:

Опишите этого жильца?

то это опять неопределённый вопрос, поскольку он предполагает, что запрашиваемые знания принадлежат одному из несколько классов.

*Определённые вопросы* предполагают, что запрашиваются знания, принадлежащие только одному классу:

Назовите фамилию человека, который живёт за этой дверью?

Реактивный агент в ходе эротетического диалога решает свою проблему и формирует ответы, исходя не только из содержания вопросов, но и из той цели, которую он старается достичь в ходе диалога. По отношению к цели реактивного агента можно сформулировать примерный список утверждений, которыми он может руководствоваться при конструировании ответа. Приведенный список предполагает, что реактивный агент отвечает на определённый вопрос.

1. Вопрос затрагивает нежелательные для меня предметы, поэтому я полностью отвечаю на вопрос.
2. Вопрос затрагивает нежелательные для меня предметы, поэтому в ответе я скрываю/искажаю часть того, что знаю.
3. Вопрос затрагивает нежелательные для меня предметы, поэтому в ответе я скрываю/искажаю всё, что знаю.

Для того, чтобы при ответе на вопрос реактивный агент мог руководствоваться одним из приведенных выше утверждений, он должен прийти к нему в ходе рассуждений. Поэтому, прежде чем отвечать на вопрос, реактивный агент проводит некоторые рассуждения. Во время этих рассуждений реактивный агент оценивает целесообразную степень полноты ответа по отношению к цели реактивного агента. Отметим, что такие рассуждения являются опцией, которой может воспользоваться или не воспользоваться реактивный агент.

**Моделирование эротетической транзакции в контексте представления знаний.** Вторая часть статьи опирается на предложенный онтологический базис и посвящена моделированию эротетической транзакции. Особенностью нашего подхода к моделированию транзакции является акцент на то, что главным ее предназначением является оперирование декларативными знаниями реактивного агента. Модели, которые мы строим, являются структурными и моделируют возможные варианты логической структуры эротетической транзакции в контексте представления декларативных знаний, ассоциированных с транзакцией. Моделирование ограничено вопросами типа «поисковое предписание». Это второе из принятых упрощений полномасштабного естественного диалога.

Конструирование ответа реактивным агентом — это процесс, в котором участвует его система знаний. В эпистемологии и эротетической логике декларативные знания, участвующие в вопросно-ответ-

ной транзакции, представляются в виде естественно-языковых пропозиций и, следовательно, элементарная порция декларативных знаний — это некоторое предложение. Общепринятый способ формализации такого пропозиционального представления знаний заключается в трансляции естественно-языковых предложений в предложения, записанные в онтологическом базисе и нотации логики первого порядка. Например, класс что-знаний в общем случае выражается естественно-языковым предложением:

а знает что . . . ,

которое в нотации логики первого порядка принимает форму:

$$(\exists x) a \text{ знает, что } (b = x).$$

Моделирование эротетической транзакции в контексте представления декларативных знаний, по нашему мнению, должно осуществляться средствами, базирующимися на языке с более *унифицированной онтологией*, чем язык логики первого порядка. Под унифицированной онтологией здесь понимается онтология, основанная на лингвонезависимых базовых сущностях декларативных знаний. В этом смысле привлекательным является *язык тернарного описания* (ЯТО), первоначально предложенный Уёмовым для формального описания параметрического варианта общей теории систем, а затем развитый им и его учениками в самостоятельную неклассическую логику [17—19].

Исходной сущностью в ЯТО является *объект*. Объект, в зависимости от его места в структуре знаний, существует в одной из трёх форм: объект-вещь, объект-свойство и объект-отношение.

Категории «вещь» и «свойство» имеют в ЯТО традиционный смысл, а смысл категории «отношение» отличается от традиционного. Общепринято использовать понятие «отношение» для обозначения взаимовлияния нескольких вещей, т.е. говорить об отношении *между вещами*. Например, между двумя мужчинами может существовать отношение «отцовство». В контексте ЯТО под отношением понимается то, что образует вещь из составляющих её элементов, т.е. говорится об отношении *на вещи*, или отношении, *имеющем место в вещи*. Иными словами, ЯТО-отношение — это, в каком-то смысле, другое наименование внутренней организации вещи.

Бинарная ассоциация объекта-вещи с объектом-свойством порождает два макета для представления сущностей в ЯТО:

1. Естественно-языковое наименование этого макета: «*вещь, обладающая свойством*», а формальная нотация имеет вид:  $(*)^*$ .
2. Естественно-языковое наименование: «*свойство, присущее вещи*», а формальная нотация:  $(*)^*$ .

Бинарная ассоциация объекта-вещи с объектом-отношением порождает ещё два макета:

1. Естественнo-языковoe наименование этого макета: «*вещь, в которой имеет место отношение*», а формальная нотация имеет вид:  $*(*)$ .
2. Естественнo-языковoe наименование: «*отношение, имеющее место в вещи*», а формальная нотация:  $*(*)$ .

Для формального представления сущностей в ЯТО используется специальная скобочная нотация. Символ «звёздочка» указывает на знакоместо для символа объекта. Символ объекта-вещи записывается внутри скобок, символ объекта-свойства — справа от скобок, а символ объекта-отношения — слева от скобок. Ассоциация объекта-вещи с объектом-свойством или с объектом-отношением имеет направление. Если символ объекта-вещи заключён в обычные (одинарные) круглые скобки, то это означает, что ассоциация направлена от объекта-вещи к объекту-свойству или объекту-отношению. Словами это можно выразить как: «вещь, обладающая свойством», или «вещь, в которой имеет место отношение». Ассиметричная (двойная) круглая скобка означает, что ассоциация направлена от объекта-свойства или объекта-отношения к объекту-вещи. Словесная формулировка: «свойство, присущее вещи», или «отношение, имеющее место в вещи».

Отметим, что во всех публикациях, посвящённых ЯТО, знакоместо внутри скобок используется только для символа объекта-вещи. Это исключает из набора макетов порций декларативных знаний макеты: «отношение, обладающее свойством», и «свойство, присущее отношению».

Объект, в зависимости от степени неопределённости знаний о нём, существует в одной из трёх форм:

- *определённый* (в знакоместо подставляется символ  $t$ ),
- *неопределённый* (в знакоместо подставляется символ  $a$ ),
- *произвольный* (в знакоместо подставляется символ  $A$ ).

Категории «вещь», «свойство» и «отношение», а также «определённость», «неопределённость» и «произвольность» независимы и формируют девять классов объектов: (1) определённый объект-вещь, (2) неопределённый объект-вещь, (3) произвольный объект-вещь, (4) определённый объект-свойство, (5) неопределённый объект-свойство, (6) произвольный объект-свойство, (7) определённый объект-отношение, (8) неопределённый объект-отношение, (9) произвольный объект-отношение.

Подставляя в макеты вместо символа «звёздочка» символы  $t$ ,  $a$  или  $A$ , получим множество возможных выражений для порций декларативных знаний в онтологическом базисе ЯТО. Ниже приведены несколько выражений.

Выражение

$$(*)a \quad (1)$$

представляет знания о том, что некоторой определённой вещи присуще какое-то (неопределённое) свойство. Направление ассоциации от вещи к свойству.

Выражение

$$(t)a \quad (2)$$

представляет знания о том, что какое-то (неопределённое) свойство присуще определённой вещи. Направление ассоциации от свойства к вещи.

Выражение

$$(a)A \quad (3)$$

представляет знания о том, что произвольное свойство присуще какой-то (неопределённой) вещи. Направление ассоциации от свойства к вещи.

Выражение

$$a(t) \quad (4)$$

представляет знания о том, что в определённой вещи имеет место какое-то (неопределённое) отношение. Направление ассоциации от вещи к отношению.

Поскольку имеется четыре макета, каждый из которых заполняется объектами из девяти классов, то общее количество выражений для элементарных порций декларативных знаний в онтологическом базисе ЯТО равно тридцати шести.

Структуру вопроса эротетической транзакции, в контексте ЯТО-представления порций декларативных знаний, будем рассматривать как развитие идеи базовой интеррогативной формулы Белнапа и Стила, постулирующей, что внутренняя логическая структура вопроса детерминируется двумя компонентами: *субъектом вопроса* и *требованием вопроса* [8]:

$$Que = \langle Subj, Req \rangle. \quad (5)$$

Важным элементом философии Белнапа и Стила, лежащим в основе их теории, является концепция субъекта вопроса. Из этой концепции следует, что те вопросы, модель которых включает субъект, например вопросы типа «поисковое предписание», не только предопределяют ответы, но и содержат их. Это означает, что субъект вопроса можно мыслить как *ответ с некоторой степенью неопределённости*.

Субъект вопроса является ключевым компонентом эротетической транзакции. Реактивный агент при конструировании ответа занимается тем, что трансформирует неопределённые знания, на которые указывает субъект, в определённые знания ответа. Иными словами, реактивный агент понижает степень неопределённости знаний субъекта вопроса до уровня, приемлемого для ответа.

Будем моделировать порцию декларативных знаний, на которые указывает субъект вопроса, следующими альтернативными моделями.

$$K_{subj} = (t)a \quad (6)$$

$$K_{subj} = (a)t \quad (7)$$

$$K_{subj} = (a)t \quad (8)$$

$$K_{subj} = t((a)) \quad (9)$$

Модели (6)—(9) получены из четырёх рассмотренных ранее ЯТО-макетов порций декларативных знаний для случая ассоциации опреде-

лённого и неопределённого объектов. Имеется несколько причин выбора этих моделей для представления порции декларативных знаний, на которые указывает субъект вопроса. Во-первых, субъекты всех известных авторам примеров вопросов (например, описанных в [2; 8; 15]), представимы в виде (6)—(9). Во-вторых, это именно те модели (из тридцати шести возможных), которые соответствуют идее о том, что реактивный агент при конструировании ответа трансформирует неопределённые знания субъекта вопроса в определённые знания ответа.

Один из объектов в моделях (6)—(9) является неопределённым, и более конкретные знания именно о нём активный агент ожидает получить от реактивного агента.

Поясним модели (6)—(9) на содержательном уровне.

1. Модель  $K_{subj} = (t)a$  представляет знания о том, что конкретной определённой вещи присуще некоторое неопределённое свойство. Вопрос с таким субъектом формируется активным агентом в том случае, когда он хочет узнать, *какими свойствами обладает конкретная вещь*.
2. Модель  $K_{subj} = (a)t$  представляет знания о том, что конкретное определённое свойство присуще некоторой неопределённой вещи. Вопрос с таким субъектом формируется активным агентом в том случае, когда он хочет узнать, *каким вещам присуще конкретное свойство*.
3. Модель  $K_{subj} = (a)t$  представляет знания о том, что в конкретной определённой вещи имеет место некоторое неопределённое отношение. Вопрос с таким субъектом формируется активным агентом в том случае, когда он хочет узнать, *какое отношение имеет место в конкретной вещи*.
4. Модель  $K_{subj} = t(a)$  представляет знания о том, что конкретное определённое отношение имеет место в некоторой неопределённой вещи. Вопрос с таким субъектом формируется активным агентом в том случае, когда он хочет узнать, *в каких вещах имеет место конкретное отношение*.

Недостатком ЯТО, с прагматической точки зрения, является его плохая приспособленность для использования в моделях/проектах программных систем, основанных на знаниях. Достаточно сложно отобразить рассмотренные модели декларативных знаний в релевантные структуры данных. Практически пригодным для целей разработки программных систем, ЯТО станет в том случае, когда будет предложен способ трансформации его формул в типы или структуры данных современных систем программирования. Речь идёт, в первую очередь, о даталогической интерпретации неопределённого объекта.

Одной из возможных даталогических интерпретаций неопределённости является множественность. Неопределённый объект можно понимать, как множество определённых объектов, а мощность этого множества — как меру неопределённости объекта. Тогда понижение

степени неопределённости эквивалентно уменьшению мощности множества. Неопределённый объект становится абсолютно определённым в том случае, когда мощность становится равной единице, или когда множество объектов представлено одним объектом.

С учётом такой интерпретации неопределённости, вместо неопределённых объектов, на которые в моделях порций декларативных знаний указывает субъект вопроса, используем множества определённых объектов и перепишем модели (6)—(9) в виде

$$K_{subj} = \langle \text{объект-вещь} \rangle \{ \text{множество объектов-свойств} \}, \quad (10)$$

$$K_{subj} = \langle \text{объект-свойство} \rangle \{ \text{множество объектов-вещей} \}, \quad (11)$$

$$K_{subj} = \langle \text{объект-вещь} \rangle \{ \text{множество объектов-отношений} \}, \quad (12)$$

$$K_{subj} = \langle \text{объект-отношение} \rangle \{ \text{множество объектов-вещей} \}. \quad (13)$$

Модели (10)—(13) — это даталогические аналоги моделей (6)—(9), которые представляют декларативные знания, передаваемые реактивному агенту посредством субъекта вопроса. Введём ещё две модели, невыражаемые в ЯТО в силу того, что в формулах этого языка внутри скобок записывается только символ объекта-вещи.

$$K_{subj} = \langle \text{объект-свойство} \rangle \{ \text{множество объектов-отношений} \}, \quad (14)$$

$$K_{subj} = \langle \text{объект-отношение} \rangle \{ \text{множество объектов-свойств} \}. \quad (15)$$

Все объекты в моделях (10)—(15), включая элементы множеств, — это определённые объекты. Каждая из моделей (10)—(15) детерминирует класс вопросов, а каждому классу вопросов соответствует класс ответов. Даталогические модели классов ответов аналогичны даталогическим моделям соответствующих субъектов. Отличие заключается в том, что мощность множества объектов ответа меньше мощности множества объектов соответствующего субъекта и детерминируется требованием вопроса *Req* в формуле (5).

Запишем модели, представляющие знания классов ответов в следующем виде.

$$K_{ans} = \langle \text{вещь} \rangle \text{ОБЛАДАЕТ СВОЙСТВАМИ} \{ \text{перечень свойств} \}, \quad (16)$$

$$K_{ans} = \langle \text{свойство} \rangle \text{ПРИСУЩЕ ВЕЩАМ} \{ \text{перечень вещей} \}, \quad (17)$$

$$K_{ans} = \text{В} \langle \text{вещи} \rangle \text{ИМЕЮТ МЕСТО} \text{отношения} \{ \text{перечень отношений} \}, \quad (18)$$

$$K_{ans} = \langle \text{отношение} \rangle \text{ИМЕЕТ МЕСТО В ВЕЩАХ} \{ \text{перечень вещей} \}, \quad (19)$$

$$K_{ans} = \langle \text{свойство} \rangle \text{ПРИСУЩЕ ОТНОШЕНИЯМ} \{ \text{перечень отношений} \}, \quad (20)$$

$$K_{ans} = \langle \text{отношение} \rangle \text{ИМЕЕТ МЕСТО В СВОЙСТВАХ} \{ \text{перечень свойств} \}. \quad (21)$$

Модели (16)—(21) представляют декларативные знания, на которые указывает ответ на вопрос с субъектом, представленным моделями (10)—(15) соответственно.

Предложенные модели можно относительно легко проиллюстрировать на примерах транзакций, построенных с использованием простых *whether*-вопросов, приведенных, например, в [8].

Рассмотрим транзакцию.

**Активный:** Какова температура замерзания воды по Фаренгейту при нормальных условиях?

**Реактивный:** При нормальных условиях температура замерзания воды равна 32 градусам.

Субъект вопроса в приведенной транзакции обеспечивает доступ к знаниям, представимым моделью (10):

$K_{subj} = \langle \text{вода при нормальных условиях} \rangle$   
 $\{ \text{температуры замерзания жидкостей по Фаренгейту} \}$ .

Эта модель представляет знания о том, что конкретная определённая вещь с именем «вода при нормальных условиях» обладает некоторым неопределённым свойством — какой-то температурой замерзания. Активный агент, формулируя вопрос с таким субъектом, хочет перейти от неопределённости к определённости и получить доступ к знаниям реактивного агента относительно конкретного свойства «воды при нормальных условиях». Неопределённость в знаниях, на которые указывает субъект, выражается множеством, состоящим из конечного, но достаточно большого количества альтернатив. Знания, ассоциированные с ответом реактивного агента, вполне определённы и представимы моделью (16):

$K_{ans} = \langle \text{вода при нормальных условиях} \rangle$   
ОБЛАДАЕТ СВОЙСТВОМ  $\{ \text{замерзает при } 32F \}$ .

Рассмотрим вопрос:

Какие простые числа лежат между 10 и 20?

Субъект этого вопроса обеспечивает доступ к знаниям, представимым моделью (11):

$K_{subj} = \langle \text{быть простым числом} \rangle \{ 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 \}$ .

Модель представляет знания о том, что конкретное определённое свойство с именем «быть простым числом» присуще некоторой неопределённой вещи — каким-то числом в диапазоне от 10 до 20. Активный агент, формулируя вопрос с таким субъектом, хочет перейти от неопределённости к определённости и узнать у реактивного агента каким, конкретным вещам присуще свойство «быть простым числом». Неопределённость в знаниях, на которые указывает субъект, выражается множеством, состоящим из десяти элементов. Знания, ассоциированные с ответом реактивного агента, представимы моделью (17):

$K_{ans} = \langle \text{быть простым числом} \rangle$  ПРИСУЩЕ ЧИСЛАМ  $\{ 11, 13, 17, 19 \}$ .

В качестве следующего примера рассмотрим пример, заимствованный из реального диалога. Фрагмент диалога «Протагор», приведенный в начале статьи, не является эротетическим, поскольку информационные послылки активного агента не во всех транзакциях представлены простым вопросом. Однако, ряд транзакций этого диалога являются эротетическими. Выберем, в качестве примера, первую из них.

**С:** Так мы идём платить деньги Протагору, потому что он софист?

**Г:** Конечно.

Субъект вопроса в этой транзакции указывает на порцию декларативных знаний, представимых моделью (10). Эта модель представляет знания о том, что определённая вещь обладает некоторым неопределённым свойством. Определённой вещью здесь является Сократ-и-Гиппократ, а неопределённое свойство, которым обладает Сократ-и-Гиппократ, — это их готовность или неготовность платить деньги Протагору только на том основании, что он софист. Сократ, формулируя вопрос с таким субъектом, хочет перейти от неопределённости к определённости и узнать у Гиппократа, каким конкретным свойством обладает Сократ-и-Гиппократ. Сократ ожидает получить некоторый ответ. Исходя из своих ожиданий, он формулирует субъект таким образом, чтобы неопределённость в знаниях, на которые он указывает, представлялась множеством, состоящим из нескольких альтернатив:

$$K_{subj} = \langle \text{Сократ-и-Гиппократ} \rangle \{ \langle \text{давать деньги софисту Протагору} \rangle, \langle \text{не давать деньги софисту Протагору} \rangle \}.$$

Ответ Гиппократа является указателем на порцию декларативных знаний, выражаемых формулой (16).

$$K_{ans} = \langle \text{Сократ-и-Гиппократ} \rangle \text{ОБЛАДАЕТ СВОЙСТВОМ} \{ \langle \text{давать деньги софисту Протагору} \rangle \}.$$

**Заключение.** Эротетический диалог является относительно простым видом естественного диалога, которым могут оперировать искусственные диалоговые агенты, демонстрирующие антропоморфное поведение. Этот диалог выглядит несколько неестественно и не настолько богат и разнообразен, как ничем не ограниченный диалог между людьми, однако он может достигать тех же целей и решать те же проблемы, что и полномасштабный естественный диалог.

Модели логической структуры транзакции эротетического диалога целесообразно строить, исходя из структуры знаний, участвующих в транзакции. В статье проиллюстрирована применимость языка тернарного описания Умова для представления порций декларативных знаний, ассоциированных с эротетической транзакцией. Полученные модели (формулы (10)—(21)) вскрывают внутреннюю логическую сущность эротетической транзакции в отличие от пропозициональных систем, записанных в виде естественно-языковых предложений или в виде предложений логики первого порядка.

Дальнейшее развитие настоящей работы авторы видят в использовании полученных результатов для моделирования базы знаний диалогового агента, объединяющей не только декларативные, но и процедурные знания, необходимые для ведения эротетического диалога.

**Список использованных источников:**

1. Hintikka J. Questions about questions. In M. K. Munitz and P. K. Unger (Eds.), *Semantics and Philosophy* New York University Press / J. Hintikka. — New York, 1974. — P. 103—158.
2. Wisniewski A. *The Posing Of questions: Logical Foundations of Erotetic Inference* / A. Wisniewski. — Kluwer : Academic Publishers, 1995. — 246 p.
3. Turing A. *Computing machinery and intelligence* / A. Turing. — Mind, 1950. — P. 433—460.
4. Рассел С. Искусственный интеллект. Современный подход. — Второе издание / С. Рассел, П. Норвиг. — М. ; СПб. ; К. : Издательство Вильямс, 2006. — 1407 с.
5. Brainerd C. *Piaget's Theory of Intelligence* / C. Brainerd. — New Jersey : Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1978. — 326 p.
6. Найссер У. Теория восприятия. В сборнике *Психология внимания* / У. Найссер ; под редакцией Ю. Б. Гиппенрейтера и В. Я. Романова. — М. : Издательство «ЧеРо» НОУ Московский психолого-социальный институт, 2001. — С. 640—648.
7. Верлань А. Ф. Системы со встроенным интеллектом на базе архитектуры машины диалога / А. Ф. Верлань, И. А. Чмырь // *Электронное моделирование*. — 2001. — Т. 23, № 1. — С. 75—83.
8. Белнап Н. *Логика вопросов и ответов* / Н. Белнап, Т. Стил. — М. : Издательство Прогресс, 1981. — 284 с.
9. Hintikka J. *Socratic Epistemology: Explorations of Knowledge Seeking by Questions* / J. Hintikka. — Cambridge University Press, 2007. — 239 p.
10. Верлань А. Ф. Когнитивные основы и концептуальный базис диалогового процесса / А. Ф. Верлань, И. А. Чмырь, Д. Г. Велев ; общая научная редакция на проф. д. ик. н. Ангел Бъчваров // *Бизнес информатика : сборник доклады от международна научна конференция по повод 40 та годишнина на специалност "Информатика"*. — София, 2007. — С. 44—56.
11. Платон. *Избранные диалоги* / Платон. — М. : Издательство Эксмо, 2009. — 766 с.
12. Чмырь И. А. Логические основы интеррогативного взаимодействия с информационной базой / И. А. Чмырь, И. В. Сараева // *Проблемы интеллектуального развития организационных систем : тезисы докладов и сообщений к 7 Всесоюзной конференции 1-3 окт. 1991 г.* — Новосибирск, 1991.
13. Wenger E. *Artificial Intelligence and Tutoring Systems* / E. Wenger. — Los Altos : Morgan Kaufman, 1987 — 486 p.
14. Anderson J. A. *Rules of the Mind* / J. A. Anderson. — New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, 1993. — 320 p.
15. Schaffer J. *Knowing the answer. Philosophy and Phenomenological Research* / J. Schaffer. — 2007. — Vol. LXXV, № 2. — P. 383—403.
16. Канеман Д. *Внимание и усилие* / Д. Канеман ; под ред. А. Н. Гусева. — М. : Издательство Смысл, 2006. — 287 с.
17. Uyemov A. *The Ternary Description Language as a Formalism for the Parametric General Systems Theory. Part I* / A. Uyemov // *Int. J. of General Systems*. — 1999. — Vol. 28 (4-5). — P. 351—366.

18. Uyemov A. The Ternary Description Language as a Formalism for the Parametric General Systems Theory. Part II / A. Uyemov // Int. J. of General Systems. — 1999. — Vol. 31 (2). — P. 131—155.
19. Uyemov A. The Ternary Description Language as a Formalism for the Parametric General Systems Theory. Part III / A. Uyemov // Int. J. of General Systems. — 2003. — Vol. 32 (6). — P. 583—623.

The article is dedicated to the erotethical dialog inner structure research and design. Ontological model of dialog co-operation between people is proposed on the real (natural) dialog analysis basis. The dialog transaction role is demonstrated in the structure of natural dialog and the concept of erotethical dialog is introduced as one the full-scale natural dialog types. The spectrum of models, explaining internal essence of ero erotethical transaction is proposed. The distinctive feature of the proposed models is their declarative knowledge portions structure orientation, associated with a transaction. For declarative knowledge portions presentation Uyemov ternary description language conceptual framework is used.

**Key words:** *ontological model, erotethical dialog, dialog transaction, declarative knowledge, ternary description language.*

Отримано: 25.03.2011

УДК 517.9+518

**А. А. Верлань**, канд. техн. наук

Национальный технический университет Украины «КПИ», г. Киев

## **СПОСОБ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

В настоящей работе рассмотрен способ параметрического контроля численного моделирования динамических объектов, в частности, возможность контроля погрешности численного решения дифференциальных уравнений путем использования методов параметрической идентификации.

**Ключевые слова:** *моделирование, динамические объекты, дифференциальные уравнения, параметрическая идентификация.*

При разработке программного обеспечения систем управления динамическими объектами, особенно в случае использования модели объекта в контуре управления, важной задачей является контроль процесса численного моделирования. Несмотря на то, что численные алгоритмы решения дифференциальных уравнений разрабатываются с учетом необходимой точности получаемого решения, процесс управления, выполняемый в режиме реального времени, требует наличия специальных методов контроля.