

# МОДЕЛИ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ (Вычислительные системы)

2001 год

Выпуск 168

УДК 519.517.12:519.766

## ОСОБЕННОСТИ ДИАЛОГА В ЯЗЫКАХ СПЕЦИФИКАЦИЙ ЗАДАЧ<sup>1</sup>

А.А.Москвитин, М.К. Тимофеева

The method for problem specification based only upon syntactic features of texts describing the universe is suggested. The syntactic analysis is conducted in dialog mode.

Предлагается метод спецификации задач, не требующий никаких знаний о предметной области и основанный только на синтаксическом анализе описывающих ее текстов. Синтаксический анализ проводится в режиме диалога.

Любая задача формулируется на некотором языке. Ее решение тоже проводится на каком-то языке. Несовпадение этих двух языков таит в себе возможность расхождения между формулируемой и решаемой задачами. Такое расхождение, часто остающееся незамеченным, делает решение задачи неадекватным, а его последствия — непредсказуемыми.

Формулировка задачи, ее решение, результат — все это некоторые языковые тексты. С психологической точки зрения понятность каждого текста относительна: одному человеку он понятен, другому — нет. Например, доказательство, превышающее

---

<sup>1</sup>Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 00-06-80180 и гранта № ЗН-297-99 Министерства образования РФ.

по своей сложности интеллектуальные ресурсы некоторого человека, не будет воспринято этим человеком как убедительное, даже в том случае, если оно в действительности является логически безупречным.

Как добиться того, чтобы понимание решаемой задачи было инвариантным относительно всех языков, используемых при ее формулировке и решении, а возникающие в ходе этого языковые тексты не превышали интеллектуальные ресурсы тех людей, для которых эти тексты предназначены? Или, иначе, как добиться того, чтобы оценка предлагаемого решения задачи как неадекватного всегда оказывалась следствием неадекватности именно ее изначальной формулировки, а не самого процесса решения?

В [1] предложен путь построения таких систем. Он существенно опирается на экспериментальную процедуру тестирования, целью которой является построение точной формулировки задачи и оценка интеллектуальных ресурсов тех лиц, которым предъявляется ее решение. Данная статья определяет один из возможных путей осуществления такого тестирования.

### 1. Формулировка задачи

В формальном языке логический вывод осуществляется совершенно независимо от интерпретации этого языка. Для квалификации некоторого выражения как принадлежащего формальному языку достаточно знать лишь синтаксис этого языка.

Полностью понять текст естественного языка, зная один только синтаксис, как правило, нельзя: требуется обращение к семантике и прагматике.

Однако если текст естественного языка представляет собой формулировку некоторой задачи, то для построения правильного ответа, необязательно полностью понимать смысл этого текста (иными словами, необязательно знать предметную область, к которой относится задача). Достаточно понять синтаксическое устройство текста. Эту идею, предложенную в [1], иллюстрирует следующий пример.

Рассмотрим текст:

Ша дормирует. Когда ши дормируют, они не буарят о.  
Буарит ли ша о?

Чтобы ответить на этот вопрос, не надо узнавать смысл незнакомых слов<sup>2</sup>. Достаточно установить синтаксическое устройство данного текста, соотнеся составляющие его части с теми или иными логическими или грамматическими категориями. Для этого, в свою очередь, достаточно понимать слова, выполняющие служебные функции (они не подчеркнуты), грамматические категории всех слов, правила словоизменения, правила согласования слов в предложении, правила образования сложных предложений (в частности, с использованием анафорических ссылок). Все это — составляющие синтаксиса языка. Эти знания позволяют приравнять содержание слова "они" к содержанию слова "ши"; истолковать слово "ши" как множественное число от "ша", а конструкцию "когда  $P, H$ " — как импликацию  $P \supset H$ ; ввести предикатные символы дормировать ( $x$ ), буарить ( $x, y$ ), индивидуальные переменные ша, о и аксиомы:

$\exists \text{ ша} [\text{дормировать} (\text{ша})]$

$\forall \text{ ша} [\text{дормировать} (\text{ша}) \supset \neg \text{буарить} (\text{ша}, \text{о})].$

Тем самым будет построена определенная аксиоматическая система, аксиомы которой задают правила употребления неизвестных нам (подчеркнутых) слов. Требуется выяснить, является ли выражение  $\varphi = \text{буарить} (\text{ша}, \text{о})$  предложением этой системы.

Правила классической логики позволяют заключить, что предложением данной аксиоматической системы является выражение  $\neg\varphi$ , которое, при его обратном переводе на первоначальный язык, дает ответ "Ша не буарит о".

Необходимые этапы такого "синтаксического" способа решения задач — переход от заданного естественного-языкового текста к аксиоматической системе, решение задачи в этой аксиоматической системе, обратный перевод полученного результата на естественный язык. Предмет данной статьи — первый из перечисленных этапов, осуществляемый посредством тестирования.

---

<sup>2</sup>Они являются кальками французских слов *chat* — "кошка", *boire* — "пить", *dormir* — "дремать", *eau* — "вода".

## 2. Тестирование

Тестирование — это диалог между, условно говоря, "постановщиком" и "математиком". Требуемые результаты диалога таковы:

а) формальная спецификация решаемой задачи на языке первого порядка (переход от языка "постановщика" к языку "математика"),

б) измерение интеллектуального ресурса "постановщика" (эта процедура определена в [2]).

После осуществления названных двух частей тестирования "математик" приводит (если это необходимо) спецификацию в соответствие с результатами проведенного измерения, а затем осуществляет обратный перевод спецификации с формального языка на язык "постановщика". Если "постановщик" не воспринимает данный перевод как эквивалент поставленной им задачи, то тестирование возобновляется. В конечном итоге перевод рассматривается как своего рода "контракт", фиксирующий решения, принятые "постановщиком" и "математиком", и определяющий сферы ответственности каждого из них.

Полученное впоследствии решение задачи, в принципе, может быть воспринято "постановщиком" как неадекватное. Это означает, что принятый "контракт" необходимо менять, для чего обе части тестирования осуществляются повторно. Корректировка спецификации задачи, производимая при каждой такой итерации, может состоять, например, в отбрасывании или добавлении аксиом или уменьшении допустимой длины доказательств (если оказалось, что интеллектуальный ресурс "постановщика" завышен)<sup>3</sup>.

Неадекватность полученного решения всегда означает неправильность спецификации задачи, но это уже на совести постановщика.

---

<sup>3</sup>Вероятность такой корректировки не является особенностью именно данного подхода, она может возникнуть при любом способе спецификации задач.

### 3. Пример формальной спецификации задачи

"Постановщик" определяет интересующую его задачу на удобном для него (возможно, неформальном) языке. Цель "математика" — построить на основе этого определения подходящий формальный язык спецификаций. Иначе говоря, речь пойдет о двух языках: о языке "постановщика" ( $L^{\Pi}$ ) и языке "математика" ( $L^M$ ).

Переход от  $L^{\Pi}$  к  $L^M$  не есть "перевод с одного языка на другой" в обычном понимании данного выражения, так как этот переход осуществляется исключительно в рамках синтаксиса. Не требуется узнавать и, тем более, как-то учитывать смыслы слов и выражений языка  $L^{\Pi}$ . Требуется лишь определить структуру пропозиции, выражаемой каждым текстом языка  $L^{\Pi}$ . Проблема в том, что естественный язык (каковым, возможно, является  $L^{\Pi}$ ) неоднозначен: один и тот же текст может толковаться как выражающий несколько пропозиций, различающихся по своим структурам.

Таким образом, требуется понять, какие свойства языка  $L^{\Pi}$  могут осложнить однозначное сопоставление каждому тексту этого языка некоторой пропозиции, и какой соответственно способ тестирования ведет к успешному построению требуемой аксиоматической системы и формулировке в этой системе решаемой задачи.

Перечисленные вопросы будут обсуждаться с использованием следующего иллюстративного примера.

Допустим, что "постановщик" сформулировал следующий текст (предложения для удобства пронумерованы, номер справа соответствует выражающей данное предложение аксиоме):

1. На острове живут только рыцари и лжецы. (A1)
2. Каждый житель этого острова либо рыцарь, либо лжец. (A2)
3. Рыцари всегда говорят правду, лжецы всегда лгут. (A3)
4. Туземцы точно знают друг про друга, кто из них рыцарь, а кто лжец, мы же этого не знаем. (A4)

5. Оказавшись на острове рыцарей и лжецов, мы встречаем двух туземцев X и Y, первый из них говорит: "По крайней мере, один из нас лжец". (АБ)

Кто из X, Y рыцарь, а кто лжец?

Предполагается, что синтаксические свойства тех слов и словосочетаний этого текста, в которых преобладающим является грамматическое значение (эти слова и словосочетания не подчеркнуты), нам известны. Правила употребления остальных (подчеркнутых) слов и словосочетаний (это и есть термины рассматриваемой предметной области) нам известны лишь отчасти: предполагается, что мы знаем грамматику русского языка (грамматические категории слов, правила словоизменения, правила согласования слов в предложении, средства образования анафорических ссылок). Тестирование проводится на языке  $L^{\Pi}$ .

Вопросы, задаваемые "постановщику", должны быть нацелены на выяснение следующих обстоятельств.

1. Каковы имена и категории элементов универсума, интересующего "постановщика": как называются (в языке  $L^{\Pi}$ ) вещи (предметы, свойства, отношения), о которых он хочет говорить?

2. Какие сигнатурные символы (предикаты, индивидуальные переменные, индивидуальные константы) языка  $L^M$  следует поставить в соответствие именам элементов универсума?

Последующие пункты нацелены на выяснение того, как именно соотносятся имена элементов универсума с сигнатурными символами языка  $L^M$  и какие аксиомы имеются в  $L^M$ .

3. Каким разным именам из языка  $L^{\Pi}$  можно поставить в соответствие один и тот же сигнатурный символ языка  $L^M$ ? (Иначе говоря, какие разные имена из  $L^{\Pi}$  можно считать тождественными по смыслу?)

4. Всегда ли разным вхождениям одного и того же имени в текст, написанный на языке  $L^{\Pi}$ , следует поставить в соответствие один и тот же сигнатурный символ языка  $L^M$ ? (Иначе говоря, можно ли отождествлять по смыслу все вхождения одного и того же имени в текст языка  $L^{\Pi}$ ?)

5. Связаны ли какие-либо множества предметов отношением включения? Какие свойства и отношения предполагают или

исключают друг друга? (Иначе говоря, какие импликации связывают предикаты из  $L^M$ ?)

6. Каким именам из универсума следует поставить в соответствие индивидуальные переменные и константы?

7. Какие участки текста, написанного на языке  $L^{\Pi}$ , следует соотносить с областями действия кванторов и пропозициональных связок языка  $L^M$ ?

Логические категории слов и словосочетаний часто соответствуют грамматическим категориям. Например, имена предметов — это обычно существительные, выступающие (в языке  $L^{\Pi}$ ) в роли подлежащего или прямого дополнения. Предикаты языка  $L^M$  соответствуют общим именам предметов, глаголам и прилагательным, а индивидуальные константы — именам конкретных единичных предметов в  $L^{\Pi}$ . Согласование двух слов по грамматической форме в  $L^{\Pi}$  — обычно признак того, что либо одному из этих слов следует поставить в соответствие предикат, а другому — индивидуальную переменную или константу языка  $L^M$ , либо обоим — индивидуальные переменные или константы. Пропозициональные связки, как правило, соотносятся с определенными словами языка  $L^{\Pi}$ , например, слова "и", "а", "но" — с конъюнкцией, слова "всякий", "любой" — с квантором общности. Наиболее общие соответствия между словами естественного языка и логическими символами описаны, например, в [3].

На тождество понятий в текстах естественного языка часто указывают анафорические ссылки, выражаемые словами "который", "он", "этот" и т.д.

Слова и словосочетания, синтаксические свойства которых предполагаются для нас понятными (эти слова и словосочетания не подчеркнуты), играют в тексте служебную роль. К ним относятся частицы, предлоги, союзы, союзные слова, вводные слова. Например, "даже", "только", "лишь", "вместо", "вопреки", "вокруг", "относительно", "в силу", "по причине", "в целях", "благодаря", "исключая", "независимо от", "применительно к", "единственно", "туда же", "вместе с тем", "тем не менее", "когда ... так", "то ... то", "который", "поскольку", "конечно", "следовательно", "одним словом", "в частности" и т.д.

Диалог "математика" (М) с "постановщиком" (П) по поводу приведенного выше текста мог бы быть таким.

М: Слово "рыцарь" встречается в тексте несколько раз. Тожественны ли смыслы всех его вхождений? Аналогичный вопрос насчет слов "лжец", "туземец", "остров".

П: Да, каждое из этих слов имеет один и тот же смысл во всех своих вхождениях.

М: Выражения "житель острова" и "жить на острове" как-то связаны по смыслу?

П: Их смысл одинаков. (А6)

М: Поясните слово "туземец".

П: "Туземец" — это то же самое, что "житель острова". (А7)

М: Слова "лгать" и "ложь" как-то связаны по смыслу?

П: Да, выражение "X лжет" имеет тот же смысл, что и выражение "X говорит ложь".

М: Какая разница между выражениями "всегда говорить правду" и "говорить правду"? Какая разница между выражениями "всегда лгать" и "лгать"?

П: Предложение 3, содержащее слово "всегда", можно (без изменения его смысла) перефразировать так: "Все, что говорит рыцарь, правда, все, что говорит лжец, ложь".

М: Как соотносятся по смыслу слова "правда" и "ложь"?

П: Никакой объект не может быть одновременно и "правдой", и "ложью". (А8)

М: Чем "точно знать" отличается от "знать"?

П: В данном случае можно считать, что выражения "точно знать" и "знать" тождественны по смыслу.

М: Как соотносятся по смыслу выражения "оказаться на острове" и "жить на острове"?

П: Предполагается, что никто не может одновременно и "оказаться на острове", и "жить на острове". (А9)

М: Как вы можете перефразировать выражение, содержащее слово "два"?

П: В данном случае выражение "два туземца X и Y" синонимично выражению "туземец X и туземец Y".

М: Какое соотношение между выражениями Вы называете "синонимией"?

П: Это значит, что если выражение "два туземца X и Y" заменить на выражение "туземец X и туземец Y", то смысл предложения 5 не изменится.

М: Поясните или перефразируйте выражение со словом "первый"?

П: В данном случае "первый из них" означает "туземец X".

М: Поясните или перефразируйте выражение со словом "один"?

П: В данном случае "один из них" означает "либо X, либо Y".

М: Можно ли считать, что множество интересующих Вас предметов, свойств и отношений исчерпывается следующим списком: жить на острове, рыцарь, ложец, житель острова, туземец, правда, ложь, знать, говорить, оказаться на острове, встретить, X, Y, M?

П: Да.

М: Считаете ли вы необходимым сообщить еще какие-то сведения о соотношениях между этими выражениями, помимо того, что уже говорилось.

П: То, что говорит "рыцарь" совпадает с тем, что он знает, и с тем, что истинно. (A10) То, что говорит "ложец", противоположно тому, что он знает, и тому, что истинно. "Правдой" называют то, что истинно, "ложью" — то, что ложно. (A11)

М: Вы говорите о логических значениях "истинно" и "ложно"?

П: Да.

М: Больше ничего не хотите добавить?

П: Нет.

В результате перевода всех сведений, полученных из первоначального текста и из диалога, "математик" сможет построить следующую аксиоматическую систему.

Предикаты:  $жить\ на\ острове(x)$ ,  $житель\ острова(x)$ ,  $туземец(x)$ ,  $оказаться\ на\ острове(x)$ ,  $рыцарь(x)$ ,  $ложец(x)$ ,  $правда(a)$ ,  $ложь(a)$ ,  $знать(x,a)$ ,  $говорить(x,a)$ ,  $встретить(x,y)$ .

Индивидуальные переменные:  $x, y, a$

Индивидуальные константы:  $X, Y$  мы

Аксиомы

- (A1)  $\forall x [\text{жить на острове}(x) \supset [\text{рыцарь}(x) \vee \text{лжец}(x)]]$
- (A2)  $\forall x [\text{житель острова}(x) \supset \{[\text{рыцарь}(x) \supset$   
 $\supset \neg \text{лжец}(x)] \& [\text{лжец}(x) \supset \neg \text{рыцарь}(x)]\}]$
- (A3)  $\forall x, a [\text{говорит}(x, a) \supset \{[\text{рыцарь}(x) \supset \text{правда}(a)] \&$   
 $\& [\text{лжец}(x) \supset \text{ложь}(a)]\}]$
- (A4)  $\forall x, y, a [\text{туземец}(x) \supset \{[[\text{лжец}(y) \&$   
 $\& [a = \text{лжец}(y)]] \supset [\text{знать}(x, a) \&$   
 $\& \neg \text{знать}(\text{мы}, a)] \& [[\text{рыцарь}(y) \& [a = \text{рыцарь}(y)]] \supset$   
 $\supset [\text{знать}(x, a) \& \neg \text{знать}(\text{мы}, a)]]\}]$
- (A5)  $\exists a [\text{оказаться на острове}(\text{мы}) \& \text{встретить}(\text{мы}, X) \&$   
 $\text{встретить}(\text{мы}, Y) \& \text{туземец}(X) \& \text{туземец}(Y) \&$   
 $\& \text{говорит}(X, a) \& [a = \text{лжец}(X) \vee \text{лжец}(Y)]]$
- (A6)  $\forall x [\text{житель острова}(x) \supset \text{жить на острове}(x)] \&$   
 $\& [\text{жить на острове}(x) \supset \text{житель острова}(x)]$
- (A7)  $\forall x [\text{туземец}(x) \supset \text{житель острова}(x)] \&$   
 $\& [\text{житель острова}(x) \supset \text{туземец}(x)]$
- (A8)  $\forall a [\text{правда}(a) \supset \neg \text{ложь}(a)] \& [\text{ложь}(a) \supset \neg \text{правда}(a)]$
- (A9)  $\forall x [\text{оказаться на острове}(x) \supset \neg \text{жить на острове}(x)] \&$   
 $\& [\text{жить на острове}(x) \supset \neg \text{оказаться на острове}(x)]$
- (A10)  $\forall x, a [\text{говорить}(x, a) \supset \{[\text{рыцарь}(x) \supset \text{знать}(x, a) \supset a] \&$   
 $\& [\text{лжец}(x) \supset \text{знать}(x, \neg a) \supset \neg a]\}]$
- (A11)  $\forall a \{[\text{правда}(a) \supset a] \& [\text{ложь}(a) \supset \neg a]\}$

Аксиомы A1–A5 представляют собой формализацию первоначального текста, аксиомы A6–A11 добавлены по ходу диалога. В данном случае первоначальное множество терминов не было расширено в процессе диалога, хотя, в принципе, это не запрещено.

Построив данную систему, "математик" предъявляет содержащиеся в ней аксиомы "постановщику", предварительно

произведя их обратный перевод на естественный язык и выделив подчеркиванием все термины (имена предметов, свойств и отношений), послужившие прообразами предикатов, индивидуальных переменных и индивидуальных констант. Смыслы остальных (не подчеркнутых) слов считаются известными.

(A1) Любой, кто живет на острове, является либо лжецом, либо рыцарем.

(A2) Если житель острова рыцарь, то он не лжец, если житель острова лжец, то он не рыцарь.

(A3) Что бы ни говорил любой рыцарь, это будет правда. Что бы ни говорил любой лжец, это будет ложь.

(A4) Любой туземец знает про любого лжеца, что тот лжец, а мы этого не знаем. Любой туземец знает про любого рыцаря, что тот рыцарь, а мы этого не знаем.

(A5) Мы оказались на острове и встретили X и Y; X и Y — туземцы; X говорит, что либо X — лжец, либо Y — лжец.

(A6) Любой житель острова живет на острове, любой из живущих на острове является жителем острова.

(A7) Любой туземец — житель острова, любой житель острова туземец.

(A8) Правда не есть ложь, а ложь не есть правда.

(A9) Тот, кто оказался на острове, не живет на острове. Ни один из живущих на острове не есть оказавшийся на острове.

(A10) Любой рыцарь говорит то, что он знает и это есть то, что истинно. Любой лжец говорит противоположное тому, что он знает и это есть то, что ложно.

(A11) Правда — это то, что истинно в логическом смысле, ложь — то, что ложно в логическом смысле.

Если "постановщик" согласен со всеми перечисленными аксиомами, то диалог считается завершенным.

#### 4. Некоторые комментарии и обоснования

Необходимость задать вопрос "постановщику" возникает в тех случаях, когда невозможно на основе одних лишь грамматических показателей однозначно соотнести слова (словосочетания) языка  $L^{\Pi}$  с логическими категориями языка  $L^M$ . Приведем несколько примеров таких ситуаций.

Одно и то же слово языка  $L^{\Pi}$  может иметь разные смыслы в разных своих вхождениях. Так, к приведенному выше тексту задачи можно добавить еще одно предложение:

6. *Лжец переделся рыцарем.*

Смысл слова "рыцарь" в предложении 6 будет отличаться от смысла того же слова в предложениях 1-5: в первом случае оно обозначает внешние признаки, во втором — характеристики поведения.

Одно и то же слово может отображаться посредством предикатов разной местности, например, слову "лгать" можно поставить в соответствие как одноместный предикат (" $x$  лжет"), так и двуместный (" $x$  лжет, высказывая  $y$ "). В первом случае слово "лгать" не связано с некоторой конкретной "ложью", во втором — связано.

Необходимость уточняющих вопросов со стороны "математика" может быть вызвана омонимией грамматических форм, из-за которой часто невозможно бывает однозначно соотнести слова и словосочетания языка  $L^{\Pi}$  с предикатами, индивидуальными переменными и константами языка  $L^M$ . Например, высказывание

*Приглашение военных дружин вызвало осуждение рыцаря  $X^4$*  может рассматриваться как выражающее  $2^5 = 32$  структурно различающиеся пропозиции. Действительно, в этом предложении есть 5 неоднозначно трактуемых участков:

вызвало (приглашение, осуждение) или вызвало (осуждение, приглашение) ("приглашение" послужило причиной "осуждения" или наоборот);

---

<sup>4</sup>Этот вид предложений рассматривался И.А.Мельчуком в его лекциях по математической лингвистике в НГУ.

осуждение (х, рыцарь) или осуждение (рыцарь, х) ("рыцарь осудил" или "рыцаря осудили");

приглашение (друзин, у) или приглашение (у, друзин) ("друзины" были кем-то "приглашены" или, наоборот, "друзины" сами кого-то "пригласили");

друзины(военные) или военные(друзины) (объект "приглашения" — "военные из разных друзин" или "друзины целиком");

рыцарь (X) или рыцарь (г, X) ("рыцарь, именуемый X" или вассал г "рыцаря, именуемого X").

В трех первых случаях нельзя однозначно соотнести слова с индивидуальными переменными, в четвертом нельзя различить индивидуальную переменную и предикат, в пятом нельзя определить местность предиката. Трактовка каждого участка не зависит от трактовки остальных. Все эти неоднозначности обусловлены омонимией окончаний слов русского языка. Например, по форме слов "приглашение" и "осуждение" нельзя определить, где подлежащее, а где дополнение.

Выбор пропозициональной функции тоже не всегда очевиден. Например, если бы в формулировке задачи отсутствовало предложение 2, то словосочетание "рыцари и лжецы" из предложения 1 могло бы рассматриваться не только как выражающее рыцарь (x) ∨ лжец (x), но и как выражающее рыцарь (x) & лжец (x) (ср. "богатый и здоровый").

Аналогичным образом "постановщик" должен был бы сам уточнить соотношение между смыслами слова "правда" и "ложь"? "Математик" не обязан задавать наводящий (шестой) (см. стр. 10) вопрос, так как ответ на этот вопрос не является условием разрешения каких-либо синтаксических неоднозначностей. Не будь этот вопрос задан, ответственность за неправильную спецификацию задачи лежала бы на "постановщике".

Реально ли вообще формализовать постановку задачи, исходя из текстов естественного языка, характеризующегося, как известно, очень высокой степенью неоднозначности? На это сомнение можно ответить так.

Смысл терминов, какими бы многообразными, размытыми и сложными они ни были, нас не интересуют вообще. Достаточно отождествить все вхождения каждого термина, имеющие одинаковый смысл.

Синтаксис слов и словосочетаний, в которых преобладающим является грамматическое значение, согласно предложению, считается понятным. Тем самым вовсе не утверждается, что каждое из таких слов однозначно. Например, предлог "на" может обозначать не только поверхность ("на острове"), но также промежуток времени ("на днях"), образ действия ("говорить на французском"), состав ("варить на сакаре"), количество ("на 10 персон"), цель ("на поруки") и т.д. Не придется ли в ходе диалога выяснять, какой именно смысл имеет место?

Различать все эти смыслы предлога "на" не потребуется. Достаточно лишь установить число аргументов у того предиката, который будет поставлен в соответствие выражению с предлогом. Например, если бы к предложениями 1-5 было добавлено предложение

7. *Туземцы делятся на рыцарей и лжецов,*

то предлог "на" вошел бы в состав трех предикатов: "оказаться на острове", "жить на острове" (одноместные предикаты), "делить на" (трехместный предикат).

Различение тех составляющих смысла предлога "на", которые не влияют на местность предиката, излишне. Например, в нашей постановке задачи можно было бы везде заменить выражения "жить на острове", "житель острова", "туземец" на выражение "говорить на французском", а "оказаться на острове" — на "заговорить на французском". Это означало бы лишь переименование двух сигнатурных символов, ни в каких прочих отношениях не влияющее ни на аксиомы, ни на процесс решения.

Данный перечень языковых проблем, обосновывающих проведение процедуры тестирования, конечно, не является исчерпывающим. Более детальное рассмотрение этих проблем — предмет следующих публикаций.

## 5. Реализация

В процессе установления интеллектуальных ресурсов пользователя могут возникнуть две различные, по своему назначению, ситуации:

1) пользователь хотел бы только оценить свои интеллектуальные ресурсы, но не формулировать задачу и, уж тем более, не решать задачу;

2) основная цель пользователя — формулировка и решение задачи из некоторой проблемной области.

Организация тестирования пользователя в каждом из указанных случаев обладает своими специфическими особенностями. Первая ситуация описана в [4]. Рассмотрим вторую ситуацию.

Пользователь ведет диалог в терминах своей предметной области. Наша задача — извлечь из него ту систему аксиом, которую он будет использовать при постановке и решении своей задачи. Для этого нам необходимо зафиксировать язык и сигнатуру его предметной области.

Как отмечено в п. 3, в процессе диалога (см. с. 10) участкам текста ставятся в соответствие индивидуальные константы, индивидуальные переменные, предикаты, пропозициональные связки, аксиомы. Полученные результаты диалога отражаются в специальной таблице. Такая схема представления данных позволяет легко переводить постановку задачи с языка пользователя на формальный язык математика и, наоборот, с формального языка математика на язык пользователя, что существенно упрощает процесс диалоговой спецификации задач.

Применительно к приведенной выше задаче это будет выглядеть следующим образом:

Я з ы к и

Пользователя	Математика
<i>x</i> является рыцарем	<u>рыцарь(<i>x</i>)</u>
<i>x</i> является лжецом	<u>лжец(<i>x</i>)</u>
<i>x</i> живет на острове	<u>жить на острове(<i>x</i>)</u>
<i>x</i> является жителем острова	<u>житель острова(<i>x</i>)</u>
<i>x</i> является туземцем	<u>туземец(<i>x</i>)</u>
<i>x</i> оказался на острове	<u>оказаться на острове(<i>x</i>)</u>
<i>a</i> является правдой	<u>правда(<i>a</i>)</u>
<i>a</i> является ложью	<u>ложь(<i>a</i>)</u>
<i>x</i> знает, что <i>a</i>	<u>знать(<i>x</i>,<i>a</i>)</u>
<i>x</i> говорит, что <i>a</i>	<u>говорить(<i>x</i>,<i>a</i>)</u>
<i>x</i> встретился с <i>y</i>	<u>встретить(<i>x</i>,<i>y</i>)</u>

Здесь, *x*, *y*, *a* — индивидуальные переменные. Аксиомы А1–А11 выделены в процессе диалога с пользователем.

Л и т е р а т у р а

1. КАЗАКОВ Е.В., МОСКВИТИН А.А., САМОХВАЛОВ К.Ф. Проект разработки языков спецификаций задач, ориентированных на пользователя //Модели когнитивных процессов. — Новосибирск, 1997. — Вып. 158: Вычислительные системы. — С. 63–94.

2. КАЗАКОВ Е.В., МОСКВИТИН А.А., САМОХВАЛОВ К.Ф. Установление ресурсов пользователей //Измерение и модели когнитивных процессов. — Новосибирск, 1998. — Вып. 162: Вычислительные системы. — С. 41–57.

3. КЛИНИ С. Математическая логика. — М.: Мир, 1973.

4. МОСКВИТИН А.А. Архитектура программной системы для реализации языков спецификаций задач //Модели когнитивных процессов. — Новосибирск, 1998. — Вып. 164: Вычислительные системы. — С. 69–77.

Поступила в редакцию  
7 декабря 2000 года