

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ (Вычислительные системы)

2002 год

Выпуск 170

УДК 519.517.12:519.766

ОЦЕНКА ДЛИНЫ УБЕДИТЕЛЬНОГО ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ДЛЯ РЕАЛЬНОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ¹

А.А.Москвитин, М.К.Тимофеева

Метод [1] спецификации и решения задач, сформулированных на естественном языке, опирается на экспериментальную процедуру тестирования, преследующую две цели: а) построение точной формулировки задачи, б) оценка интеллектуальных ресурсов тех лиц, которым предъявляется её решение (с тем, чтобы учитывать лишь убедительные для них доказательства). Пути осуществления этих целей рассмотрены соответственно в [2 и 3].

Согласно [1], интеллектуальные ресурсы человека оцениваются по длине убедительных доказательств. В перспективе предполагается уточнить способ оценивания, учтя структурированность рассматриваемых текстов. Это и составляет предмет данной статьи.

1. Длина текста и сложность текста

Один из параметров, влияющих на убедительность доказательства, — его длина: слишком длинное доказательство просто

¹Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ № 00-06-80180

не будет распознано как таковое. Допустимая длина убедительного доказательства для каждого человека своя. В [1] предложено оценивать возможности конкретного человека комплексно, по трём параметрам: допустимая длина термина, допустимая длина формулы, допустимая длина доказательства.

Любой из этих объектов (терм, формула, доказательство) обладает некоторой структурой. Из психологии известно, что структурированный текст легче воспринимается, чем неструктурированный текст такой же длины. Например, бессмысленное сочетание символов сложнее воспринять в деталях, чем равное ему по длине осмысленное сочетание символов.

То, что длина текста — недостаточный показатель его сложности, в особенности верно для естественных языков. Например, известный текст "Дом, который построил Джек...", содержащий много последовательно присоединяемых справа уточняющих конструкций, воспринимается легко, а текст, построенный по симметричной схеме, в которой уточнения множатся не справа, а слева от главного предложения, — довольно трудно.

Восприимчивость текста зависит от его структуры. Значит, оценка длины любого убедительного текста (терма, формулы, доказательства) должна мажорировать некоторую более сложную оценку, отражающую структуру этого текста.

Для применения метода [1] необходим только синтаксис (а не семантика и прагматика) текста, специфицирующего задачу. Поэтому естественно принять дополнительную гипотезу, согласно которой именно синтаксис и является той структурой, которую следует учитывать при оценке допустимой длины убедительного доказательства.

Процедура тестирования может проводиться одним из двух способов: на формальном языке или на естественном языке. Выбор зависит от того, знаком ли тот, кому предъявляется доказательство, с логической символикой. Если да, то в ходе диалога тестируется способность этого человека распознавать тексты логического языка, если нет — вся процедура тестирования представляет собой диалог на естественном языке (предъявляются не логические тексты, а их перевод на естественный язык).

Если синтаксис логического языка — понятие достаточно определенное, то о синтаксисе естественного языка этого сказать нельзя. Одному и тому же тексту (языку) можно поставить в соответствие разные виды синтаксиса.

Данная статья проясняет (до требуемой степени) основания отделения синтаксиса от семантики и прагматики; выделяет подходящий нашим целям тип синтаксиса; предлагает способ оценки синтаксической сложности убедительного текста; намечает пути организации и реализации процедуры оценивания длины убедительного доказательства.

2. Синтаксис, семантика и прагматика

В общей семиотике синтаксис определяют как отношения на множестве знаков (задающие возможности их комбинирования в тексте); семантику — как отношения между знаками и тем, что они обозначают; прагматику — как отношения между знаками и теми, кто их использует.

Эти, достаточно общие, определения конкретизируются по-разному даже применительно к языкам одного и того же сорта. Так, одни считают, что у формальных языков вообще нет прагматики, другие — что таковая имеется.

Синтаксис формальных языков обычно понимают как совокупность правил построения текстов, как исчисление. Семантику — как интерпретацию текстов этого исчисления на некоторой модели. Прагматику (если её вообще усматривают) — как зависимость способов использования языка от целей его использования. Синтаксис, семантику, прагматику формальных языков считают автономными областями с чёткими границами.

В лингвистике эти же понятия оказались пересекающимися: лингвистический синтаксис неотделим от лингвистической семантики и т.д. Нет чёткой формулировки оснований такого деления, из-за чего, неясно, что собой представляет синтаксис произвольного подязыка естественного языка, например, подязыка, используемого для формулировки и решения определённой задачи. (Совсем не очевидно, что такой синтаксис — часть синтаксиса языка в целом.)

Общепринятое разделение этих трёх аспектов — синтаксиса, семантики, прагматики — в естественном языке в значительной мере диктуется интересами и традициями самой лингвистики. В каких отношениях это разделение приемлемо за её пределами — вопрос открытый.

Синтаксис, семантику, прагматику, можно трактовать как разные этапы процесса понимания текста. Хотя этот процесс часто протекает очень быстро, в нём всегда присутствуют два момента², на каждом из которых он мог бы прерваться, не приведя к успеху:

- восприятие чего-то как языкового текста,
- восприятие чего-то как мысли, обозначенной текстом.

Для того чтобы понять, что некоторый текст написан на английском языке, совсем не обязательно понимать смысл этого текста. Можно понять, что сказано, не поняв смысл сказанного.

Текст связан с предметом или ситуацией не непосредственно, подобно ярлыку, а через промежуточное звено — мысль, задающую (неформально) алгоритм соотнесения текста с реальностью. Понимание какого-либо алгоритма и реальное его использование — разные вещи. Соответственно, можно понять, о чем сказано в тексте, так и не поняв, зачем (в связи с чем) это сказано³

Выражение *"понятный текст"*, тем самым, неоднозначно:

- (1) понятно, что сказано; не понятно, о чем сказано;
- (2) понятно, что я о чем сказано; не понятно, зачем сказано;
- (3) понятно, что, о чем и зачем сказано.

Какая из этих степеней понятности будет достигнута, зависит как от текста, так и от воспринимающего его человека.

Эти степени понятности соотносимы с синтаксисом, семантикой, прагматикой.

²В этом можно убедиться, попытавшись понять сложный текст на мало знакомом языке.

³Процесс понимания текста может протекать циклически (например, потерпев неудачу на втором шаге, можно вернуться к первому и попытаться воспринять тот же текст иначе), но в пределах каждой попытки перечисленные моменты располагаются лишь в указанном порядке. Будем считать, что, если они пройдены, то пройдены с первой попытки.

В случае (1) человек усматривает в заданном тексте какой-то синтаксис, но не семантику и прагматику. Пример — известный текст Л.Щербы *"Глоная мудра штемо будланула бокра и мудрячит бокрѣнна"*. Законные сомнения здесь могут относиться лишь к правильности усмотрения синтаксиса: "действительно ли третье слово — это обстоятельство действия?", "не играет ли это слово роль несогласованного определения при втором слове?" (как в выражении *"большая собака динго"*).

В случае (2) человек усматривает в заданном тексте какой-то синтаксис и какую-то семантику, но не прагматику (соответственно здесь законы сомнения лишь в правильности усмотрения синтаксиса и семантики). Этот пункт охватывает те случаи, когда текст воспринят как высказанный "ни к селу, ни к городу" (не бессмысленен, но никак не связан с ситуацией произнесения). Человек может перефразировать текст, не разрушая имеющееся его понимание, но не может связать этот текст с реальностью.

В случае (3) человек усматривает в заданном тексте и какой-то синтаксис, и какую-то семантику, и какую-то прагматику.

Можно сказать, что в (1) синтаксис отделен от семантики и прагматики (по причине их отсутствия), а в (2) синтаксис и семантика отделены от прагматики (по причине её отсутствия). Проблема в том, чтобы понять, каковы основания отделения синтаксиса от семантики и прагматики в случае (3).

3. Синтаксис

Определение текста как "языкового" всегда относительно — оно зависит от того, с чем мы его сравниваем, какие способы построения текстов мы знаем. Иначе говоря, синтаксис текста определяется тем, с каким эталоном мы соотносим данный текст и какие другие тексты того же языка мы умеем строить в соответствии с этим же эталоном⁴. Синтаксис языка — это теория,

⁴Например, текст "литота есть майозис" (термины из области риторики), даже не будучи понятным, будет квалифицирован как текст русского языка тем человеком, которому известен эталон "<существительное + связка + существительное>". Оба существительных в именительном падеже единственного числа" и который умеет, используя этот эталон, строить другие тексты того же языка (например, "лингвистика есть языковедение").

определяющая, с какими эталонами и текстами надлежит сравнивать каждый заданный текст.

Используемые эталоны могут варьироваться по своей сложности. Человек, плохо знающий язык L , сможет использовать для такого сравнения лишь очень ограниченный набор эталонов, хорошо знающий — более богатый набор. В этом смысле для каждого человека существует свой синтаксис языка L .

При обыденном использовании языка набор эталонов для сравнения, в основном, определён принятой грамматикой. Но вообще говоря, выбор таких эталонов далеко не однозначен. Синтаксис может варьироваться не только по своей сложности (количеству принимаемых во внимание эталонов), но и по своему содержанию. Для одного и того же языка можно строить много разных синтаксисов. Выбор синтаксиса зависит от того, какой набор категорий, приписываемых частям текста, для нас оказывается наиболее важным. Проиллюстрируем это на примерах.

Стихотворение Байрона *"My soul is dark"* переводили многие. Возьмём начальную фразу из трёх переводов:

- а) *"Душа моя мрачна"* (М.Ю.Лермонтов),
- б) *"Душе моей грустно"* (Н.И.Гнедич),
- в) *"Душа моя объята тьмою"* (П.А.Козлов).

Построим для этих предложений два разных типа синтаксиса.

S_1 : важны грамматические формы слов и способы их связывания (традиционный лингвистический синтаксис). Этот синтаксис у предложений "а"—"в" различен;

S_2 : важны логические роли (предикат, функция, индивидуальная переменная, индивидуальная константа), сопоставляемые языковым выражениям в формальном описании текста, и отношения (предикат—аргумент, функция—переменная). Этот синтаксис у предложений "а"—"в" можно считать одинаковым, задав его, например, формулой $P(h)$, где P — одноместный предикат, h — константа ("душа моя").⁶

⁶Первый синтаксис можно соотнести с так называемым "поверхностным синтаксисом", второй — с "глубинным синтаксисом". Однако эти лингвистические понятия — довольно сложные и апеллировать здесь к их полному содержанию было бы излишне.

Как явствует из [3], для наших целей требуется синтаксис типа S_2 . Построение синтаксиса S_1 — лишь промежуточный, сам по себе не значимый, этап.

В рамках синтаксиса типа S_2 также возможны варианты. Чтобы проиллюстрировать это, рассмотрим более сложный текст T :

"Не думай о том, чего у тебя нет, как о чём-то имеющемся у тебя, но из того, что у тебя есть, избери наиболее значительное и сообрази по его поводу, сколько усилий ты бы положил на то, чтобы заполучить его, если бы его не было" [4].

(Этот текст можно рассматривать как формулировку определённой "задачи".)

Построим для текста T два разных синтаксиса типа S_2 . В первом универсум состоит из предметов, обсуждаемых в тексте. Во втором универсум — выражения естественного языка⁶.

Введя константный символ $J = \underline{\text{ты}}$, переменные x, y, z, u, v и предикаты:

$P(x, y, z)$ — " x думает об y как о z ",

$H(x, y)$ — " x имеет y ",

$R(x, y)$ — " x избирает y ",

$N(x)$ — " x является наиболее значительным",

$U(x, y, z)$ — " x заполучил y ценой усилий z ",

$K(x, y)$ — " x оценил y ",

получим первый вариант синтаксиса для T :

$$S_{21}: \forall x \exists y, z, v \neg P(J, x, y) \ \& \ \neg H(J, x) \ \& \\ \& \ (y = H(J, x)) \ \& \ H(J, z) \ \& \ N(z) \ \& \ R(J, z) \ \& \ P(J, z, u) \ \& \\ \& \ (u = \neg H(J, z)) \ \& \ U(J, z, v) \ \& \ K(J, v).$$

В этом случае решениями поставленной "задачи" можно считать значения переменных z, v , при которых формула истинна.

Введя переменные X, Y, Z , константы G, A, E, M , \bar{A} (= "не- A "⁷), \bar{U} (= "не- U ") и предикаты:

$P(X, Y, Z)$ — "выполнять действие X с предметом Y так, как будто это предмет Z ",

⁶Наклонение, использованное в этом тексте (повелительное), в обоих случаях принимать во внимание не будем.

⁷Например, если A — это выражение "имеющийся", то \bar{A} — выражение "не имеющийся".

$C(X, Y)$ — "выбрать предмет X , обладающий свойством Y в наибольшей степени";

$Q(X, Y, Z)$ — "оценить затраты X на превращение предмета Y в предмет Z ";

получим другой синтаксис текста T :

$S_{22} : \neg P(G, A, \bar{A}) \ \& \ C(U, E) \ \& \ Q(M, U, \bar{U})$.

В этом случае решением "задачи" можно считать выражение $C(U, E) \ \& \ Q(M, U, \bar{U})$.

Синтаксис типа S_{22} не предполагает какой-либо перебор объектов, обозначаемых в языке L выражениями U, E, M .

Таким образом, возможны два варианта синтаксиса типа S_2 . Выбор подходящего синтаксиса зависит от конкретной задачи:

а) если решаемая задача предполагает существование алгоритмов, определенных на возможных денотатах выражений языка L , то можно использовать более сложный синтаксис типа S_{21} ,

б) если существование таких алгоритмов не предполагается, то достаточно будет синтаксиса типа S_{22} .

4. Оценка синтаксической сложности текста

Пусть L — естественный язык, S — выбранный синтаксис (типа S_2), заданный первопорядковым языком L с сигнатурой $\langle P, I, K \rangle$, где P — множество предикатных символов, I — множество символов переменных, K — множество символов констант.

Синтаксис языка L был определен как теория, указывающая, с какими эталонами и текстами надлежит сравнивать каждый заданный текст. Поэтому можно сказать, что всякий синтаксис языка L задает некоторое отображение множества текстов во множество эталонов⁸. В данном случае эталонами являются формулы языка L . Поэтому синтаксис языка L — это отображение множества текстов этого языка в множество формул языка L . Синтаксис любого текста из L — это одна или несколько формул языка L (в первом случае текст синтаксически однозначен, во втором — нет).

⁸Метод [1] позволяет ограничиться лишь текстами обозримой длины, поэтому можно считать, что оба названные множества (текстов и эталонов) конечны, хотя реальному человеку оба эти множества могут казаться бесконечными.

Пусть формула f — это синтаксис некоторого текста T языка L . Функция $I(q) = r$, ставящая в соответствие сигнатурным символам языка L выражения языка L , есть одна из возможных интерпретаций L в L .

Оценивать интеллектуальные ресурсы человека можно двумя способами: а) предъявлять этому человеку непосредственно сами формулы языка L (как в [2]), б) предъявлять ему интерпретации этих формул в языке L (иначе говоря, — выражения естественного языка, соответствующие заданным формулам-эталонам). Первый способ рассчитан на тех, кто достаточно свободно оперирует с символической формальными языками, второй — на тех, кто это делать не умеет.

Для того, чтобы учитывать структуру текстов в рамках первого способа, достаточно выбрать какую-либо из известных мер синтаксической сложности (например, одну из сложностных характеристик формальных грамматик [8]) и предъявлять формулы, упорядочивая их не только по возрастанию длины, но и по возрастанию сложности относительно этой меры. (Меры сложности обычно учитывают не только строение формул, но и способы их вывода.)

Предположим теперь, что необходимо учитывать структуру текстов в рамках второго способа (когда предъявляются не сами формулы, а их воплощения в виде текстов естественного языка).

Сложность восприятия (и, следовательно, убедительность) текстов, соответствующих одной и той же формуле-эталону, может различаться. Имеет значение, например, взаиморасположение выражений, являющихся интерпретациями сигнатурных символов рассматриваемой формулы. Для иллюстрации возьмем два грамматически правильных предложения: а) *"Купивший на уже начавшийся часом раньше нашумевший спектакль билет человек расстроился"* и б) *"Человек, купивший билет на уже начавшийся часом раньше нашумевший спектакль, расстроился"*. Хотя синтаксисом этих предложений является одна и та же формула-эталон, первое из них воспринимается очень трудно, второе — легко.

Поэтому выбранная мера синтаксической сложности должна учитывать лишь те выводы рассматриваемой формулы, кото-

рые соответствуют взаиморасположению интерпретаций сигнатурных символов в предъявляемых естественно-языковых текстах.

Рассмотрим, как можно организовать процесс оценивания интеллектуальных ресурсов в этом случае.

Реально, формулируя интересующую нас задачу, мы используем некоторый подязык L_1 языка L .

Предполагается, что в ходе первого этапа тестирования (формулировка задачи) [8] все неоднозначные предложения подязыка L_1 были преобразованы в однозначные. Это значит, что синтаксис каждого из них строится единственным образом. Иначе говоря, если Θ_1 — предложения, специфицирующие задачу, Z — формулы-эталоны, сопоставляемые этим предложениям, то синтаксис S , при ограничении области его применения только текстами из L_1 , оказывается некоторой функцией $\sigma_1 : \Theta_1 \rightarrow Z$.

Выделив какую-нибудь другую предметную область, рассмотрим подходящий для неё подязык L_0 (языка L) с множеством текстов Θ_0 и синтаксисом σ_0 , таким, что ограничение области его применения только предложениями из L_0 даёт некоторую функцию $\sigma_0 : \Theta_0 \rightarrow Z$.

Определим отношение эквивалентности на множестве выражений языков L_1 и L_0 : $v \approx v'$ тогда и только тогда, когда $\sigma_i(v) = \sigma_h(v')$, где $i, h \in \{0, 1\}$ (т.е. когда выражениям v и v' поставлена в соответствие одна и та же формула-эталон). Пусть $\{\Omega_h\}$ — классы эквивалентности по отношению \approx , а f_h — формула-эталон для всех элементов класса Ω_h .

Пусть q_1 — некоторая интерпретация сигнатурных символов языка L в L_1 , g_0 — интерпретация их же в L_0 . Функцию $F : q_1 \rightarrow g_0$, назовём проекцией подязыка L_1 на подязык L_0 .

Допустим, что текст T_1 из L_1 уже как-то разделен на выражения v_1, v_2, \dots, v_n , соответствующие сигнатурным символам языка L . Если $F(v_1) = w_1, F(v_2) = w_2, \dots, F(v_n) = w_n$, то, применив функцию F к элементам последовательности v_1, v_2, \dots, v_n , получим последовательность w_1, w_2, \dots, w_n . Приведя этот результат к приемлемому для русского языка виду, получим некоторый текст T_0 из языка L_0 .

Такой (не формальный) процесс преобразования произвольного текста T_1 из L_1 в текст T_0 из L_0 в соответствии с функцией F назовем проекцией текста T_1 на L_0 .

Тексты T_1 и T_0 принадлежат одному и тому же множеству Ω_A , им соответствует одна и та же формула-эталон f , интерпретации сигнатурных символов в них расположены одинаково. В этом случае примем предположение: оценка синтаксической сложности формулы f не зависит от того, какой из текстов (T_1 или T_0) рассматривается.

Подобрав язык L_0 с достаточно прозрачными и регулярными синтаксическими структурами, можно оценивать убедительность произвольного текста T по его проекции на этот язык L_0 . Иначе говоря, вместо текстов языка L_1 можно предъявлять проекции этих текстов на язык L_0 . Языки L_0 и L_1 могут относиться к разным предметным областям.

Если язык L_0 "заготовлен" заблаговременно, имеет небольшой словарь и является грамматически простым, для него можно частично автоматизировать процессы преобразования формул, в частности, их перевода на естественный язык и обратно.

Проиллюстрируем сказанное на примере. Рассмотрим текст T . Определим функцию F :

F (думать) = говорить,

F (иметь) = знать,

F (наиболее значительное) = самое полезное,

F (усилие) = время,

F (заполучить) = изучать.

Применив эту функцию к соответствующим выражениям текста T , используя синтаксис типа S_{21} , и приведя результат к приемлемому для русского языка виду, получим новый текст T_0 :

"Не говори о том, чего ты не знаешь, как о чём-то известном тебе, но из того, что ты знаешь, избери самое полезное и сообрази по его поводу, сколько времени ты бы потратил на то, чтобы узнать это, если бы оно было неизвестно".

Тем самым построена проекция текста T на некоторый язык L_0 . Синтаксис типа S_{21} для текстов T и T_0 одинаков.

Если выбран синтаксис типа S_{22} , то, подобрав подходящие подязыки L'_0 и L''_0 можно построить такие проекции текста T :

"Не цени некрасивое как красивое и, выбрав наикрасивейшее, подумай, сколько таланта тебе понадобилось бы, чтобы создать это из некрасивого".

"Никакое чётное число не является квадратом нечётного, но существует чётное число, являющееся результатом удвоения нечётного числа".

Хотя эти предложения и относятся к совершенно разным предметным областям, их (выбранный) синтаксис одинаков, поэтому совершенно безразлично, какой из этих текстов будет предъявлен человеку, интеллектуальные ресурсы которого требуется оценить.

5. Организация программного обеспечения

Как было отмечено в п.3 для нас приемлем синтаксис типа S_2 , т.е. важны логические роли (предикат, функция, индивидуальная переменная, индивидуальная константа), сопоставляемые языковым выражениям в формальном описании текста, и отношения (предикат-аргумент, функция-переменная).

Вторая особенность рассматриваемой проблемы связана с оценкой синтаксической сложности текста, предъявляемого пользователю при измерении его интеллектуальных ресурсов. Для этого используется прием сопоставления исходного текста с некоторым эталоном. В качестве эталонов могут служить некоторые конструкции формального или естественного языка, воспринимаемые пользователем однозначно, независимо от того, специалистом в какой предметной области он является.

С другой стороны, в [6] приводится алгоритм оценки интеллектуальных ресурсов пользователей на уровне термов, формул и выводов. В работе [2] указывается схема решения этой задачи на компьютере.

Уточним процесс измерения интеллектуальных ресурсов пользователя, рассмотрев реализационные аспекты данной проблемы.

Предварительный этап. Основная цель данного этапа — настроить пользователя на процесс измерения его интеллектуальных ресурсов, предлагая ему на распознавание различные

текстовые конструкции из заранее сформированного эталонного словаря. Как осуществляется формирование эталонного словаря на практике — выходит за рамки обсуждения в данной работе и поэтому здесь не рассматривается.

Пользователю предлагается выбрать эталонный словарь, содержащий текстовые конструкции естественного или формального языка (смотри пункт "Предметная область" на рис. 1 [2]). Данный выбор полностью лежит на совести пользователя. Для этого ему предварительно, в диалоге, предлагаются примеры текстовых конструкций на естественном и формальном языке и предлагается ответить на несколько простых вопросов. Поскольку мы опираемся только на синтаксис, то правильные ответы служат гарантией понимания пользователем основных текстовых конструкций соответствующего эталонного словаря: естественного или формального.

Выбор словаря эталонов необходим для оценки интеллектуальных ресурсов пользователя одним из двух возможных способов: а) предъявлять пользователю непосредственно сами формулы языка L (как в [2]), б) предъявлять ему интерпретации этих формул в языке L (иначе говоря, — выражения естественного языка, соответствующие заданным формулам-эталонам). Первый способ рассчитан на тех, кто достаточно свободно оперирует с символикой формальных языков, второй — на тех, кто это делать не умеет.

Этап оценки интеллектуальных ресурсов пользователя. Главная цель данного этапа — оценка максимально длинных термов, формул и выводов в некотором эталонном языке, являющемся проекцией некоторых исходных языков различных предметных областей пользователя и остающихся все еще доступными его пониманию. Для этого сначала отыскивается соответствующая (терм-, форм- или док-) калибровка. Затем фиксируется конкретный балл шкалы уверенности признания пользователем соответствующей текстовой конструкции: термом, формулой или выводом. Как это осуществляется подробно описано в [6]. Стоит заметить, что подробное описание указанных действий, по отысканию терм-калибровки и выбора балла уверен-

ности технически достаточно громоздко и отвлекло бы читателя от существа рассматриваемой проблемы и поэтому здесь не приводится.

На следующем шаге задается начальное слово, являющееся термом, формулой или частью вывода, которое подлежит распознаванию пользователем. Это слово выбирается из эталонного словаря случайным образом. Далее, постепенно увеличивается длина соответствующих выбранных текстовых конструкций и производятся измерения степени безошибочного распознавания их пользователем. Результаты измерений фиксируются в специальной таблице, данные которые служат исходным материалом для оценки интеллектуальных ресурсов пользователя и затем применяются на этапе постановки задачи.

Вся процедура измерения интеллектуальных ресурсов пользователя осуществляется в специальной программной среде "PLAST", описанной в [2]. При этом сам процесс измерений может быть подстроен под индивидуальные особенности пользователя и сложности решаемого им класса задач. Подстройка системы "PLAST" осуществляется, в частности, заданием временного интервала, отводимого пользователю для принятия решения по распознаванию предъявляемой ему текстовой конструкции как термина, формулы или вывода (см. рис. 2 во [2]).

На этом процесс измерения интеллектуальных ресурсов пользователя, собирающегося решать свои задачи на компьютере по указанной методике, завершается.

Следующий этап — формулировка задачи пользователем рассмотрен ранее и алгоритм его реализации, в методике подхода от задач, смотри в [3].

Л и т е р а т у р а

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

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

3. МОСКВИТИН А.А., ТИМОФЕЕВА М.К. Особенности диалога в языках спецификаций задач //Модели когнитивных процессов. — Новосибирск, 2001. —Вып. 168: Вычислительные системы. — С. 3–18.

4. МАРК АВРЕЛИЙ. Размышления. — Магнитогорск: АМРИТА-УРАЛ, 1994. — 198 с.

5. ГЛАДКИЙ А.В. Формальные грамматики и языки. — М.: Наука, 1973. — 368 с.

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

Поступила в редакцию
14 декабря 2001 года