

TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI

TOIMETISED

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ACTA ET COMMENTATIONES UNIVERSITATIS TARTUENSIS

654

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Труды по искусственному интеллекту

TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI TOIMETISED
УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ACTA ET COMMENTATIONES UNIVERSITATIS TARTUENSIS
ALUSTATUD 1893.a. VIINIK 654 ВЫПУСК ОСНОВАНЫ В 1893.g.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Труды по искусственному интеллекту

ТАРТУ 1983

Редакционная коллегия:

Д.А.Поспелов, Ю.Тулдава, Х.Ним, К.Ээремаа

Ответственный редактор:

И.Сильдмяэ

Ученые записки Тартуского государственного университета.

Выпуск 654.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.

Труды по искусственному интеллекту.

На русском и английском языках.

Резюме на английском и русском языках.

Тартуский государственный университет.

ЭССР, 202400, г.Тарту, ул.Вликооли, 18.

Ответственный редактор И. Сильдмяэ.

Корректоры В. Бреххов, М. Салувер.

Подписано к печати 12.10.1983.

ИЗ 08568.

Формат 60x90/16.

Бумага писчая.

Маякопись. Ротапринт.

Учетно-издательских листов 9,01.

Печатных листов 9,75.

Тираж 600.

Заказ № 1086.

Цена 1 руб. 40 коп.

Типография ТГУ, ЭССР, 202400, г.Тарту, ул.Пялсона, 14.

СОДЕРЖАНИЕ - CONTENTS

От редколлегии	5
А.Е.Кибрик. К построению лингвистической модели коммуникативного взаимодействия	8
A.Kibrick. On constructing a linguistic model of communicational interaction. Summary.	24
R.Pavilionis. Conceptual systems, language and reality..	25
Р.И.Павилёнис. Концептуальные системы, язык и действительность. Резюме.	38
М.М.Дебрэнн, А.С.Нариньяни. Речевой акт как элемент диа- логового взаимодействия (Попытка формализации)....	39
M.M.Debrenn, A.S.Narinyani. Speech act as an element of dialogue model. Summary.....	48
Н.В.Целкова, Н.А.Рябчикова. Пути построения систем, реализующих универсальные принципы мышления.....	49
N.Tselkova, N.Ryabtschikova. Ways of constructing systems realizing some universal principles of thinking. Summary.....	60
А.Напалков, Л.Прагина. The interaction of reality, language, and thinking in constructing artificial intelligence. Summary.....	60
А.В.Напалков, Л.Л.Прагина. Взаимоотношение действи- тельности, языка и мышления при построении ис- кусственного интеллекта	61
С.Я.Фитиалов. Лингвистические аспекты моделирования понимания естественного языка	71
S.Ya.Fitialov. Linguistic aspects of natural language understanding modelling. Summary.....	85
Н.А.Валк. К проблеме овладения грамматикой языка	86
N.Valk. On mastering the grammar of language. Summary...	92
И.В.Величко, С.М.Ефимова. Эквивалентность структур различных моделей представления знаний	93
I.V.Velichko, S.M.Yefimova. The equivalence of structures of different models of knowledge representation. Summary.....	100

Ю.А.Загорулько. Программные средства для эффективного оперирования семантической сетью, допускающей вложенность	101
Yu. A. Zagorulko. Software support for efficient operation with embedded semantic network. Summary.	110
М.А.Котик, А.М.Емельянов. Метод оценки информации по уровню её значимости-тревожности	111
M. Kotik, A. Yemelianov. A method for evaluating the significancy-as-anxiety of information. Summary....	129
И.П.Севбо, Н.Н.Леонтьева, С.Я.Фитиалов, Г.С.Цейтин, Ю.А.Шрейдер. От структурной лингвистики - к искусственному интеллекту	130
I. Sevbo, N. Leontjeva, S. Fitialov, G. Tseitin, Yu. Shreider. From structural linguistics to artificial intelligence. Summary.....	156

О Т Р Е Д К О Л Л Е Г И И

Шестой выпуск Трудов по искусственному интеллекту посвящён методологическим проблемам, связанным с развитием теории интеллектуальных систем и методами их построения. Взгляд на проблему в целом и отдельные её подпроблемы "сверху", оценка достигнутого и выявление тех принципов, которые должны лежать в основе дальнейших исследований, сейчас просто необходимы. Лавинообразное нарастание работ в этой области приводит к появлению десятков частных подходов, появляются сотни методов для решения тех или иных конкретных и узких задач. И за этим потоком становится уже трудно следить. Чёткие границы проблемы постепенно исчезают, растворяются в соседних областях науки.

Возникает законный вопрос: является ли искусственный интеллект самостоятельной областью науки, со специфическими, присущими только ему целями исследований и методами достижения этих целей, или, подобно кибернетике, искусственный интеллект есть лишь специфический комплексный взгляд на те проблемы, которые возникают в лингвистике, психологии, логике, технике?

Авторы работ, вошедших в этот выпуск /да и авторы работ, помещённых в предшествующих выпусках Трудов по искусственному интеллекту/, стоят на позиции, что искусственный интеллект есть вполне определённая часть науки. И читатель может найти подтверждение этой мысли в статьях, вошедших в данный выпуск.

В статье А.Е.Кибрика профессиональный лингвист высказывает "крамольную" с точки зрения традиционной лингвистики мысль о том, что язык не есть объект чисто лингвистический, что его изучение во всех его функциях и проявлениях - задача комплексная, требующая активного участия психологов и специалистов по диалоговым системам. Только на этом пути

можно преодолеть те неудачи, которые возникли при попытке, оставаясь в границах привычных лингвистических теорий, создать эффективные системы взаимодействия между человеком и ЭВМ на основе естественного языка /1/. Отрыв языка от действительности, его доминирование над действительностью — суть той методологической ошибки, которая привела к многим неудачам на пути построения систем, понимающих естественно-языковые сообщения. Об этом говорится в статье Р.И.Павилёниса, помещённой в данном выпуске трудов. Об этом же неоднократно говорилось и в ранее публиковавшихся статьях /2/. О том, сколь "нелингвистичен" может быть речевой акт, сколь далеко может отстоять модель коммуникативного акта от привычных моделей структурной лингвистики, можно судить по модели речевого акта, описанной в статье М.М.Дебрэнна и А.С.Нариньяни. Ряд соображений, касающихся соотношения языка, действительности и мышления, приведён в статьях Н.В.Целковой, Н.А.Рябчикова и А.В.Напалкова, Л.Л.Прагиной.

Статья в письмах, авторами которой являются известные советские специалисты в области структурной лингвистики, "От структурной лингвистики — к искусственному интеллекту" отражает сегодняшнее мнение о сложных взаимосвязях, которые имеются между этими двумя научными областями. Ряд новых взглядов на проблему понимания текстов на естественном языке и проблему обучения языку читатель найдёт в статьях С.Я.Фитиалова и Н.А.Валк.

С проблемой понимания тесно связаны задачи, относящиеся к области представления знаний в памяти интеллектуальных устройств. В настоящем выпуске этой проблеме посвящены две статьи. В статье И.В.Величко, С.М.Ефимовой впервые даётся полное доказательство попарной эквивалентности различных систем представления знаний в существующих базах данных. В затянувшийся спор о преимуществах и недостатках реляционных, сетевых и иерархических представлений авторы статьи вносят ясность. В статье Ю.А.Загорулько предлагается ряд эффективных процедур обработки информации, хранящейся в виде семантических сетей, которые многими специалистами искусственного интеллекта считаются наиболее перспективной моделью представления сложных знаний в памяти ЭВМ и роботов.

Несколько особняком стоит статья М.А.Котика, А.М.Емельянова, в которой строятся модели принятия решений человеком, опирающиеся на психологические соображения о значимости-

тревожности той информации, с которой работает человек. Модели подобного типа открывают новую страницу в исследованиях по моделям поведения человека в аварийных и предаварийных ситуациях. И результаты этих исследований окажут несомненное влияние на постановку и решение поведенческих задач в системах искусственного интеллекта.

1. Подробнее об этом смотри: Л.И.Микулич, Д.А.Поспелов "Как эволюционируют диалоговые системы", Труды по искусственному интеллекту У. Учёные записки ТГУ, вып.621, Тарту, 1983, с.86-99.

2. Ранее эта проблема обсуждалась в статьях И.А.Сильдмяэ: "Значение, смысл и мысль", Труды по искусственному интеллекту III. Учёные записки ТГУ, вып.551, Тарту, 1980, с.121-127; "О когитологии", Труды по искусственному интеллекту IV. Учёные записки ТГУ, вып.594, Тарту, 1981, с.126-133; "Действительность-текст-знания", Труды по искусственному интеллекту У. Учёные записки ТГУ, вып.621, Тарту, 1983, с.118-134.

К ПОСТРОЕНИЮ ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОММУНИКАТИВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

А. Е. Кибрик

0. Введение

Одной из важнейших лингвистических задач в области проблематики искусственного интеллекта является построение таких лингвистических процессоров, которые были бы в состоянии обеспечить человеко-машинное общение на естественном языке.

Для успешного решения этой стратегической цели желательно в первую очередь создать необходимые для этого теоретические предпосылки, а именно, разработать адекватную лингвистическую модель коммуникативного взаимодействия. Такая модель в настоящее время отсутствует, а без нее любые, даже самые героические усилия, направленные на построение *ad hoc*-'овой действующей диалоговой системы, - действующей "на самом деле" системы не дадут. Связано это с тем, что текст - наблюдаемая лингвистическая данность и моделируемый объект - не существует автономно, независимо, *per se*, а является не только основным, связующим звеном между коммуникантами в процессе их взаимодействия, но и объектом, сущностная природа которого в значительной степени предопределена его функцией. Иными словами, многие элементы текста и регулирующие его построение грамматики отражают иконически структуру процесса коммуникации и, в частности, структуру сознания коммуникантов.

Итак, основной лингвистической задачей, отвечающей злобе дня, является смена точки зрения на проблему текста. Обычно лингвист помещает себя в текст и, исходя из его элементов и связывающих эти элементы отношений, строит систему обслуживаемых ими функций. Напротив, (теоретически мыслимая) лингвистическая модель коммуникативного взаимодействия помещает лингвиста непосредственно в коммуникативный акт, структура и цели которого должны пролить свет на то, как устроен текст. Целью лингвистов в этом случае является описание тех функций, которые выполняет текст в процессе коммуникативного взаимодействия. Такой подход можно было бы назвать нефункциональным ввиду его сходства с традиционными функциональными моделями языка. Этот подход отличается, тем не менее, от традиционного снятием произвольной оппозиции - лингвистические vs нелингвистические объекты¹, исходя из того,

что речь является одной из важнейших форм человеческого поведения и граница между речевым и неречевым поведением не является в какой-либо степени жесткой. Более того, речевое поведение явно вторично и даже в самых своих специфических проявлениях сохраняет общие с неречевым поведением свойства. Именно поэтому, имея в виду в основном речевое взаимодействие, я использую объемлющий термин "коммуникативное взаимодействие".

В данной статье предлагается эскизный набросок модели коммуникативного взаимодействия, не претендующий ни на полноту, ни на окончательность. Он является экспериментальным в полном смысле слова. Однако, это не значит, что все в данной модели вариативно, изменчиво, неопределенно. Некоторые ее компоненты мыслятся как принципиальные, аксиоматичные; другие же выполняют роль условных переменных, вводимых в описание лишь для полноты картины и допускающих детализацию и изменения в процессе дальнейшего исследования. По мере возможности я попытаюсь их разграничивать, хотя в конечном счете полагаюсь в этом отношении на чутье читателя.

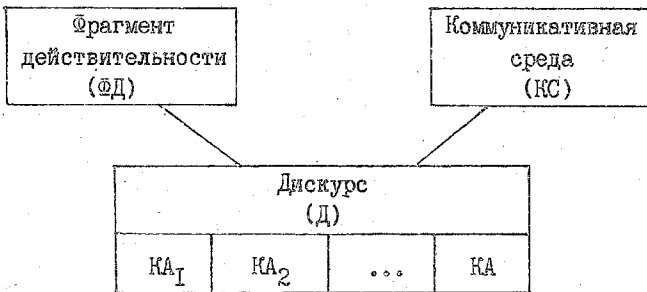
1. Общая схема коммуникативного взаимодействия.

В самом общем виде схема коммуникативного взаимодействия (или схема общения) включает следующие компоненты:

- дискурс (Д): коммуникативная ситуация, включающая сознание коммуникантов (участников общения) и создающийся в процессе общения текст² (Т);
- коммуникативный акт (КА): дискретно выделяемый такт, квант дискурса;
- введенный в рассмотрение в данном дискурсе фрагмент действительности (ФД): внешняя (по отношению к Д) ситуация, являющаяся содержательным предметом, темой общения;
- коммуникативная среда (КС): конситуация, составляющая предметное окружение коммуникантов (во времени и пространстве) в процессе коммуникативного взаимодействия.

1. См. в этой связи "Постулат о функциональных границах" Кибрик, 1983.

2. Такое понимание дискурса, не сводящее его к тексту, см. в частности, в программной работе Виноград, 1978.

Общая схема коммуникативного взаимодействия

В КС входят не только непосредственно наблюдаемые коммуникантами внешние объекты окружающего их мира, но и они сами как физические тела (занимающие центральное место в пространстве коммуникативной среды), и объединяющая их интерактивная деятельность как физическая субстанция (в устном общении это акустические сигналы, посредством которых осуществляется речевое взаимодействие).

Что касается ФД, то он может быть бесконечно разнообразно определен по интервалу времени, объекту пространства, числу своих партиципантов, поскольку класс ФД совпадает с классом возможных миров, о которых можно что-либо помыслить или сообщить.

КС и ФД могут быть совершенно отделены во времени и пространстве (например, при описании событий Куликовской битвы) или же могут частично, или даже почти полностью совпадать (например, в репликах "Какое небо голубое!", "Поди ты прочь", "Не кривляйся", "Говорите тише" и т.п.).

ФД и КС есть тот внешний мир, в который погружены коммуниканты мысленно и физически во время процесса коммуникативного взаимодействия. Внутренним, важнейшим звеном этого процесса является Д и составляющие его КА.

КА есть элементарная единица Д, сохраняющая свойства действия, развивающегося во времени, и ограниченная единством иллокутивной функции³. Основными элементами КА являются:

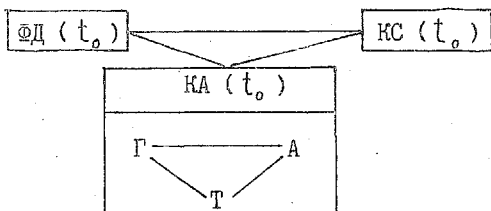
3. Ядро КА составляет речевая компонента, речевой акт; подробно об определяющей роли иллокутивной функции в природе речевого акта см. Падучева, 1982.

- говорящий (Г) как ментальный объект: источник текста;
- адресат (А) как ментальный объект: получатель текста;
- сам текст (Т): кодовое средство осуществления коммуникативного взаимодействия.

В пределах КА роли коммуникантов (Г и А) являются фиксированными, что следует из единства иллокутивной функции. Итак, в фиксированный отрезок времени мы имеем текущую ситуацию коммуникативного взаимодействия со следующими составляющими:

Схема 2.

Схема текущей ситуации коммуникативного взаимодействия.



Ввиду функционального подхода к рассматриваемой проблеме из всех этих существенных компонентов важнейшими, тем не менее, являются:

- Г, поскольку он в первую очередь отвечает за то, каким будет создаваемый им Т, а также

- Т, поскольку в нем в конечном счете находит отражение вся речемыслительная деятельность Г, а также прочие компоненты коммуникативного взаимодействия.

Поэтому увеличим масштаб рассмотрения и именно этим компонентам уделим в дальнейшем особое внимание, рассматривая прочие компоненты (А, КС, ФД) в той степени, в какой они влияют на Т и на коммуникативное поведение Г.

Под термином Г мы понимаем, естественно, не все психофизические характеристики лица, занятого говорением, а лишь те из них, которые функционально необходимы для такого рода деятельности. Отмысливаясь от периферийных ситуаций разговора в бреду, во сне и т.д., мы можем считать, что акт текстопроизводства контролируется сознанием говорящего (СоГ), к выявлению основных компонентов которого мы и переходим.

2. Компоненты сознания говорящего.

СоГ понимается здесь и далее как система получения,

хранения, генерирования и передачи информации о ФД и КС. В СоГ можно, с некоторой долей условности, выделить три сферы, различающиеся по источникам поступления информации, по степени контроля над этой информацией и по типу соответствующего ей кода:

- сенсорная сфера: источником информации служат в основном органы чувств (вербальные сообщения оказывают на нее наименьшее влияние, ср., однако, поэтическую, фaszинативную функцию языка); получение сенсорной информации носит в основном автоматический характер и в малой степени контролируется; природа кода слабо изучена, во всяком случае, она в наибольшей степени удалена от формы вербального кода;
- рациональная сфера: ее источником является в основном отражательная мыслительная деятельность, для которой вербальные сообщения имеют большое значение; образование новой информации в норме носит целенаправленный характер; природа кода (хотя бы частично) имеет вербальный характер;
- вербальная сфера: источником информации является речевая деятельность, средством хранения – язык (с его слоговарем и грамматикой); вербальная информация в наибольшей степени приспособлена для целенаправленного осознания; кодом также служит язык, в основном его семантический компонент (так называемое семантическое представление) – в той степени, в какой семантическое представление можно оторвать от его материального воплощения.

Каждая из этих сфер имеет относительно устойчивую для данного (и подобных) КА часть и часть, активно функционирующую в данном КА. Эти две части можно определить таким образом:

- память: информация, накопленная человеком на протяжении всей его предшествующей деятельности и хранящаяся в доступном для обращения к ней виде;
- поле зрения: та часть всех сфер сознания, которая "высвечена" в текущей ситуации коммуникативного взаимодействия данным КА и активно участвует в нем.

В итоге мы имеем шесть компонентов, представленных на схеме 3.

В сенсорной сфере выделяются:

- образная память: хранилище всех сенсорных впечатлений, данных Г из предшествующего опыта;
- чувственный образ КС и ФД: сенсорная информация, посту-

Компоненты сознания говорящего

	Сенсорная сфера	Рациональная сфера	Вербальная сфера
Память	Образная память	База знаний	Язык (словари, грамматика)
Поле зрения	Чувственный образ КС и ФД	Текущее сознание	Текущий текст

память от всех органов чувств, о состоянии КС и ФД (если последний непосредственно наблюдается или наблюдался).

В рациональной сфере соответственно имеем компоненты:

- база знаний: вся рациональная (то есть имеющая источником предшествующую мыслительную деятельность) информация о действительности, о самом себе и об основных механизмах поведения, сформировавшаяся у Г к моменту данного КА;

- текущее сознание: та активизированная информация, которая имеет отношение к данному КА, а также связанная с этой информацией мыслительная деятельность.

Вербальная сфера состоит из следующих компонентов:

- словарь, грамматика: языковые средства, имеющиеся в распоряжении Г для вербализации процессов, происходящих в его сознании;

- текущий текст: тот фрагмент текста, который создается непосредственно в данном КА.

Во избежание возможных недоразумений подчеркну, что границы между сопряженными компонентами (сенсорная - рациональная сфера, рациональная - вербальная сфера, база знаний - язык, база знаний - текущее сознание, текущее сознание - текущий текст и т.д.) являются принципиально нечеткими и специфика компонентов очевидна в наибольшей степени в прототипических случаях.

Из всех указанных компонентов СоГ наиболее важными являются: а) текущее сознание и б) текущий текст, поскольку они наиболее непосредственно связывают говорящего с текстом. Именно они с точки зрения будущего текста в первую очередь ассоциируются с СоГ в целом. Поэтому еще раз увеличим масштаб рассмотрения и посмотрим на внутреннюю струк-

туру этих компонентов.

3. Структура текущего сознания говорящего.

В текущем СоГ находится большая часть исходной информации, необходимой для осуществления КА, и вырабатывается новая информация, составляющая основное содержание КА. В процессе выработки новой информации возможно появление потребности в дополнительном формировании исходной информации.

3.1. Исходная информация в текущем сознании фиксирована относительно каждого конкретного КА. Она может различаться по своему предметному содержанию (о чем она?) и по источнику (откуда она?).

3.1.1. Содержательные компоненты исходной информации весьма гетерогенны и предопределены в значительной степени коммуникативным взаимодействием. Среди них можно выделить следующие:

- цели говорящего; КА по целям может значительно варьироваться: (целью коммуникации может быть передача имеющейся у Г информации, получение недостающей информации у А, создание новой информации самим Г, устранение противоречий в базе знаний Г и/или А, удовлетворение требований речевого ритуала и т.д. и т.п.⁴); истинные цели Г могут быть не информационными⁵ и лишь облекаться в информационную форму; наличие целей является необходимым условием осуществления коммуникативного взаимодействия;
- модель ФД: ФД является предметом, темой коммуникативного взаимодействия, поэтому все имеющиеся к данному КА знания о ФД (в частности, о составляющих этот ФД объектах и их свойствах) должны находиться в текущем сознании;
- модель КС: для Г исходными координатами при построении текущего текста являются координаты КС, на которых откладываются соответствующие параметры описываемого ФД, поэтому для успешного общения существенно, чтобы у Г и А модели КС совпадали;
- модель А: коммуникативная активность Г в значительной мере предопределена партнером по общению и, в частности,

4. Этим и подобным информационным целям, видимо, соответствует понятие иллокутивной функции.

5. Ср., в частности, перлокутивную функцию высказываний, ориентированную на определенное воздействие на А.

тем, что мыслит о нем Г; в модель А входят, в частности, предположения о всех компонентах его сознания; о его интеллектуальном уровне (базе знаний), о его языке (словаре, грамматике), об информации, находящейся в его поле зрения и в особенности о его способности понимать сообщение (текущий текст с точки зрения А) и т.д.;

- аутомоделю: для Г он сам и его место в КС и ФД является отправным пунктом в их осмыслении, поэтому он постоянно должен иметь в виду модель самого себя, по возможности близкую с его моделью в сознании А;
- сведения о дискурсе: для успешного выполнения коммуникативных целей необходимо хранить в текущем сознании информацию о том, что, как, когда и кем было реально сказано в процессе данного коммуникативного взаимодействия, то есть уметь вычленять ту часть исходной информации, которая имела вербальный источник в рамках заданной коммуникативной ситуации.

Таким образом, в текущем сознании Г в качестве исходной информации содержатся сведения о всех составляющих текущей ситуации коммуникативного взаимодействия, включая дискурс.

3.1.2. Источники исходной информации различны:

- вербальная информация, полученная в предшествующих КА;
- перцептивно поступающая информация о КС и ФД;
- информация, извлекаемая из базы знаний и, иногда, из образной памяти;
- логически или эвристически выведенная информация в результате имевших место в текущем сознании процессов и т.п.

Хотя, как говорилось выше, в текущем сознании может сохраняться след, откуда поступила данная информация, операционно Г вправе обращаться с исходной информацией одинаковым образом, как с одним и тем же объектом, безотносительно к её происхождению. Абсолютизация вербально введенной информации и противопоставление её информации другого способа происхождения когнитивно и лингвистически неправомерно.

3.2. Новая информация в текущем сознании содержательно аналогична исходной (новое в данном КА становится исходным в следующем), но в отличие от статики исходной, она по своей сути динамична. Ведь новая информация в текущем сознании не существует, а создается. Поэтому вопрос об источнике новой информации состоит не в том, откуда, а как она появляется. Для её появления, как правило, необходимо наличие

коммуникативных стимулов, обеспечивающих деятельностную часть коммуникации. Механизмы коммуникативных стимулов изучены весьма слабо, поэтому укажу лишь на наиболее очевидные из них:

- целеполагание: из репертуара потенциальных целей необходимо выбрать конкретный набор целей применительно к данному КА и ФД;

- планирование: коммуникативное взаимодействие, в соответствии с избранными целями, должно опираться на все имеющиеся у Г средства, которые должны быть использованы нужным образом и на нужном этапе; необходим, следовательно, механизм, согласующий все эти средства;

- приоритетные стратегии: одним из важнейших динамических механизмов оптимального планирования - достижения цели в условиях множественного выбора возможностей - является иерархизация объектов по значимости (с точки зрения тех или иных целей) и раздача приоритетов;

- оценка полноты информации: она производится в пересчете на цели, с точки зрения которых исходной информации, имеющейся в текущем сознании, может быть достаточно или нет;

- оценка достоверности информации: всякая информация лишь аппроксимирует действительность, хотя целью интеллектуальной деятельности является постижение действительности; поэтому в процессе развертывания дискурса необходима текущая корректировка исходной информации;

- оценка успешности КА: для нормального протекания КА партнеры общения должны сравнивать результаты своей коммуникативной деятельности с её целями.

3.3. Процессы в текущем сознании (мысль) обеспечивают деятельностный характер коммуникации. Текущее сознание является рабочей площадкой, на которой разворачивается вся деятельность мышления и создаются необходимые предпосылки для формирования текущего текста.

В самых общих чертах можно говорить о таких процессах:

- добавление новой информации (источники которой частично уже упоминались);
- перемещение фокуса внимания в исходной информации - переактуализация (связано, в частности, с новой "раздачей" приоритетов);
- обращение в базу знаний (нехватка информации, получаемой неопытным путем);
- логический/эвристический вывод, то есть операции над ис-

ходной информацией.

4. Структура текста.

4.1. Текст в модели коммуникативного взаимодействия.

Текст является наиболее привычным объектом лингвистического наблюдения. Как известно, текст обычно изучается:

- 1) в отрыве от коммуникативной ситуации, в которой этот текст был создан, и, в частности, в отрыве от состояния сознания коммуникантов;
- 2) в отрыве от КС, в которую был погружен соответствующий дискурс;
- 3) без учета ментальных средств и механизмов создания этого текста,

то есть текст обычно рассматривается как реально существующий объект, достаточно независимый от всех этих факторов.

Если на миг отвлечься от этой лингвистической традиции и попытаться представить себе, какая сущность является "текстом" в системе реального коммуникативного взаимодействия, то объективность существования этой сущности окажется чрезвычайно сомнительной. Видимость этой объективности поддерживается только возможностью письменной фиксации звуковой цепи и тем самым возможностью пространственно-временного отрыва "текста" от соответствующих КА и КС. То, что обычно понимается под термином "текст" — это скорее артефакт лингвистической теории, нежели действительная сущность.

В самом деле, в рамках каждого коммуникативного акта объективно "текст" существует

- а) в текущем сознании Г, создающего "текст",
- б) в текущем сознании А, воссоздающего "текст", то есть реальными объектами являются текст, находящийся в сознании говорящего (T^G), и текст, находящийся в сознании адресата (T^A), а "текст вообще" есть гипотетический конструкт лингвистической теории, приписывающий звуковой цепи некоторые характеристики, предположительно инвариантные относительно Г и А.

Традиционная задача лингвиста состоит, как правило, в моделировании таких грамматик и словаря, с помощью которых было бы возможно осуществлять однозначную и "правильную" интерпретацию "текста вообще", то есть восстанавливать стоящий за ним ФД. Искусственность и ограниченность такой задачи, и в то же время её невыполнимость представляются очевидными.⁶

6. Ср. блестящую демонстрацию необозримой множественности

С точки зрения модели коммуникативного взаимодействия $T^Г$ есть цель и результат направленного процесса языкового кодирования, вербализации информации, содержащейся в поле зрения Г. Относительно каждого фиксированного коммуникативного акта $T^Г$ может быть разбит на три зоны:

- предтекст (результат предшествующей коммуникативной деятельности коммуникантов), хранящийся в текущем сознании Г;
- текущий текст, создающийся Г во время данного КА;
- план-текст, планируемый в текущем сознании Г в виде новой информации.

Аналогичные три зоны имеет и $T^А$:

- предтекст;
- текущий текст, интерпретируемый А во время данного коммуникативного акта и "подклеивающийся" к исходной информации в текущем сознании А;
- план-текст: система дискурсных ожиданий А относительно дальнейшего протекания коммуникативной ситуации.

Что касается предтекста, то он является частью дискурса, находится в текущем сознании Г и/или А и хранится в нем в переработанном (и часто весьма удаленном от исходного языкового выражения) виде.

Текущий $T^Г$ является средством выведения фрагмента текущего сознания вовне, поэтому естественно, что он, с одной стороны, должен иметь свою особую материальную природу, и, с другой стороны, должен быть содержательно гомоморфен структуре текущего сознания.

4.2. Формирование текущего текста. Переход от мысли, важнейшего динамического фрагмента текущего сознания, к текущему $T^Г$ не только практически совершенно не изучен, но такая задача в лингвистическом аспекте всерьез и не ставилась. Она предполагает не просто модель синтеза поверхностной структуры текста по заранее данному СемПу, а модель реализации мысли в тексте, то есть в сообщении, представляющем собой пару "СемП-форма".

Общая схема данного процесса в самом предварительном виде может быть представлена следующим образом:

смысловых интерпретаций даже простейших предложений типа

May we come in? в работе Fillmore, 1975.

7. Связь мышления и языка в наиболее яркой форме проявляется именно в текущем тексте, то есть тексте создаваемом или воссоздаваемом.

а. Энергетической базой, приводящей в действие весь коммуникативный комплекс, является коммуникативный стимул.

б. Коммуникативный стимул приводит в действие все средства, способствующие вербализации и линеализации находящейся в текущем сознании информации. В соответствии с целями КА в текущем сознании

- выделена зона, подлежащая превращению в текст, и отдельным (возможно не всем) частям этой зоны найдены лексические соответствия (частично вербализованная семантическая сеть);
- обнаружены участки, вербализация и грамматикализация которых будет осуществлена на более поздних этапах;
- избрана принципиальная схема линеаризации этой зоны.

в. Далее частично вербализованная семантическая сеть разворачивается непосредственно в текст. В процессе этого развертывания происходит параллельное (а не последовательное) построение

- семантического представления,
 - глубинной структуры,
 - поверхностной структуры,
- возможно с некоторым опережением по фазе то одних, то других компонентов. Этот процесс развертывания является творческим актом не в меньшей степени, чем формирование коммуникативного стимула. СемП построенного текста включается в текущее СоГ и одновременно является источником его потенциального изменения. Будучи вербализована, соответствующая зона текущего сознания "сознает самое себя". В то же время текущим образом осуществляется проверка соответствия сказанного тому, что Г имел в виду сказать (ср. обращенные на КА реплики: "нет, я не то хотел сказать"). Таким образом, цикл текстообразования начинается в текущем сознании и возвращается в него.

Языковые инструменты формирования текущего текста – это а) известные в лингвистике словари и грамматики, владение которыми составляет необходимую предпосылку языкового общения, а также

б) механизмы использования этих словарей и грамматик с целью текстообразования. Существенно в этой связи то, что словари и грамматики устроены не произвольным образом: они находятся в самом тесном взаимодействии с текущим сознанием, которое обслуживают и представляют.⁸

⁸. О влиянии механизма приоритетных стратегий, входящих в

- 4.3. Многофакторность процесса вербализации – явление, недостаточно оцененное до сих пор в лингвистике. Дело в том, что переход от вербализуемой зоны текущего сознания к текущему тексту – процесс, в который вовлечены самые разнообразные механизмы, действие которых к тому же осложнено – малой пропускной способностью кода по сравнению с вербализуемой зоной;
- временными ограничениями на нахождение оптимального языкового выражения и недостаточным (в норме) уровнем риторического мастерства Г;
 - инертностью языка, ориентированного на типового Г в типовом КА;
 - недостаточной четкостью самой вербализуемой зоны, в которой допустимы смысловые "дыры" произвольной величины и другими факторами.

Поэтому процесс вербализации носит принципиально вероятностный, нетерминированный характер, допускающий окказиональную синонимию многих языковых выражений. Иными словами, одному и тому же коммуникативному стимулу и одной и той же вербализуемой зоне текущего сознания может соответствовать не один текст, а множество окказионально синонимичных текстов, в которых снимаются те или иные противопоставления, данные в языке и существенные в условиях другого КА. Эта (парадигматическая) синонимия – не языковое явление, а следствие "несовершенств" механизма текстообразования, результат осуществления данного КА. Учет этого обстоятельства особенно важен при декодировании текста, которое невозможно, следовательно, без знания всех существенных обстоятельств соответствующего КА: в противном случае декодируемый текст оказывается входящим во многие квази-синонимичные ряды, то есть потенциально многозначным, омонимичным. Разрешение такой омонимии чисто языковыми средствами невозможно.

4.4. Степень успешности текстообразования – важный фактор, который постоянно должен оцениваться коммуникантами. Текстообразование тем успешнее, чем обширнее зона совпадения $T^Г$ и $T^А$ и, более того, чем более акт коммуникации сближает модели дискурса в текущем сознании Г и А. Трудности на пути достижения взаимопонимания между партнерами общения – не следствие злой воли, отсутствия кооперации, пассивную часть текущего сознания, на устройство языка см. Бергельсон-Кибрик, 1981.

сивности и тупоумия (хотя в конкретных КА и это не исключено), а объективный фактор, который должен найти объяснение в модели коммуникативного взаимодействия и учтен при построении действующих человеко-машинных диалоговых систем.

5. Соотношение текущего сознания и языка.

Никоим образом не претендуя на философскую полноту освещения данного вопроса, отмечу лишь наиболее существенные на мой взгляд, моменты, связанные с пониманием языка в свете общей модели коммуникативного взаимодействия.

5.1. Сходства и различия текущего сознания и языка вытекают из сходств и различий их сущностной природы. Текущее сознание есть одна из форм существования человека, организующая его рациональное поведение в реальном мире. Язык же является важнейшим инструментом, позволяющим целесообразно, экономно и общественно значимо это поведение осуществлять. Иными словами, язык должен быть удобным, насколько это возможно, механизмом реализации этой способности человека. Поэтому естественно предположить, что в его содержании, форме и процессах должны быть выделены и устойчиво закреплены шаблонные блоки типового текущего сознания, облегчающие построение каждой конкретной мысли. Основные усилия мыслительной деятельности должны быть направлены на приспособление к конкретным условиям конкретного КА, а все общее, что имеет текущее сознание в данном КА с прочими состояниями текущего сознания в прочих КА, должно иметь простой аналог в языковых средствах. С другой стороны, язык должен быть принципиально способен выразить любое мыслительное содержание текущего сознания, то есть должен обеспечивать "бесконечное использование конечных средств".

Будучи производным по своей функции от мыслительной деятельности, он, являясь объектом другой, кодовой природы, получает вместе с тем и относительную автономность, самостоятельность, проявляющуюся в появлении, закреплении и развитии таких характеристик, которые существуют уже сами по себе, по своим собственным законам.

Наиболее тесно связана с сущностью сознания так называемая универсальная база языка, составляющая наиболее общие, инвариантные свойства естественных языков. Вместе с тем выбор из множества альтернатив, имеющихся в универсальной базе, конкретных вариантов реализации этой универсальной базы составляет специфику каждого конкретного языка и связан с сознанием более опосредованно.

Поэтому, на наш взгляд, нельзя отождествлять язык с сознанием, как нельзя и абсолютизировать его природу.

Будучи отдельными сущностями, сознание и язык постоянно воздействуют друг на друга.

5.2. Влияние структуры сознания на язык проявляется в исходной мотивированности всех его компонентов. Речь идёт здесь не только о семантической стороне языка, наиболее непосредственно соприкасающейся со структурой текущего сознания и базой знаний, но и о более поверхностных его уровнях, в частности о синтаксисе, морфологии и даже фонетике.

Говоря об исходной мотивированности, мы имеем в виду тот факт, что становление тех или иных элементов, характеристик языковой структуры первоначально имеет, в норме, мотивированный, детерминированный функцией характер, но эта мотивированность в синхронии языка может или сохраняться, находя подкрепление в использовании языка в КА, или приобретать ритуальный вид: за "омертвевшей" языковой формой уже не усматривается непосредственная связь с породившей её функцией (в этом случае можно говорить об исторической мотивированности). Ритуального в языке, несомненно, весьма много, что и создаёт иллюзию конвенциональности, произвольности языковой формы. Существенно, однако, другое: как язык в его конкретном использовании сохраняет необходимую гибкость, позволяющую "подавлять" в процессе коммуникации его же собственную инертность требующим выражения смыслом (сюда относятся бесчисленные примеры "аграмматичности" разговорной речи, не препятствующей успешному общению, открытие все новых и новых "скрытых" категорий, не нашедших грамматикализованной формы, но пробивающих себе дорогу в СемП и поверхностную структуру, и т.д. и т.п.). В представлениях о языке эти свойства должны найти свое законное место и функциональное объяснение, потому что влияние сознания на язык является постоянно действующим фактором, значимость которого трудно переоценить.

При предлагаемом подходе, вместе с тем, должен измениться также взгляд и на ритуальное в языке: оно предстанет более системно, целесообразно и просто устроенным, нежели при формально-структурном, таксономическом осмыслении.

5.3. Влияние структуры языка на сознание также несомненно. Во-первых, наше представление о действительности в значительной мере формируется не из нашего индивидуального опыта, а из опыта социума, зафиксированного и систематизиро-

ванного языком. Во-вторых, языковые элементы являются удобным строительным материалом мысли; членение и осмысление действительности, как неоднократно указывалось, задаётся в значительной мере языком. В-третьих, текущее сознание в известной степени оперирует вербализованными единицами, заимствуемыми из языка. Полной свободы от языка мышление никогда не достигает.

С точки зрения предлагаемой модели данное обстоятельство создаёт чрезвычайно плодотворные предпосылки исследования сознания и, в частности, протекающих в нем мыслительных процессов: язык представляет нам богатейший эмпирический материал для гипотетической реконструкции этих не данных в непосредственном наблюдении объектов. Надо только уметь различать данные объекты в тех косвенных свидетельствах их существования, которые содержатся в языке. Думается, что технология такой реконструкции может быть не менее формальна и строга, чем реконструкции морфем по алломорфам или прафонемам по рядам синхронных звукосоответствий.

Итак, построение лингвистической модели коммуникативного взаимодействия не должно зависеть от наличия независимых когнитологических исходных данных, напротив, эта модель является необходимым инструментом получения таких данных. Поэтому разработка данной модели важна не только в силу имманентного развития лингвистики как таковой, но и в более широком контексте⁹.

Литература

1. Бергельсон М.Б., Кибрик А.Е. Принцип Приоритета и его отражение в грамматике языка. - "Известия АН СССР. Серия литературы и языка", № 4, 1981, с.343-355.
2. Виноград Т. Об одном подходе к изучению дискурса. - "Взаимодействие с ЭВМ на естественном языке". Новосибирск, 1978, с.11-47.
3. Кибрик А.Е. Лингвистические постулаты. - "Механизмы вывода и обработки знаний в системах понимания текста". Труды по искусственному интеллекту У. Учёные зап. ТГУ, вып.621. Тарту, 1983, с.24-39.

⁹ На формирование изложенной позиции значительное влияние оказали мои многократные обсуждения этих проблем с С.В.Кодзасовым и А.С.Нариньяни, которым в значительной степени принадлежит авторство на те или иные идеи, хотя ответственность за настоящий текст и за все его недостатки я оставляю за собой.

ON CONSTRUCTING A LINGUISTIC MODEL
OF COMMUNICATIONAL INTERACTION

A. Kibrick

Summary

This paper offers a linguistic pattern of communicational interaction. Within the limits of the pattern the main components of the speaker's consciousness have been singled out (the ones pertaining to memory: (a) sensory memory; (b) data base, and (c) language, and the ones pertaining to field of vision: (a) sensory image of a communicational situation; (b) current consciousness, and (c) current text). Particular attention has been given to the discussion of the structure of speaker's current consciousness, comprising the initial and new information. The initial information differs in subject and in the source from which it entered the consciousness. For new information it is essential how it emerges (or how it is created). A significant role in its formation is played by communicative stimuli (goal-setting, planning priority strategies, etc.).

The text structure is regarded, contrary to the common linguistic tradition, from the point of view of the pattern of communicational interaction and text formation mechanisms defined by this pattern. In this connection, text is considered as objectively existing only in the current consciousness of communicants and falling into the fore-text, the current text, and the text-design. The current text formation is connected with the process of verbalization and linearization of information located in the current consciousness. The conclusion deals with the problem of correlation between the current consciousness and language.

CONCEPTUAL SYSTEMS, LANGUAGE AND REALITY

R. Pavilionis

In this paper an attempt is made to present in outline the idea of what I call 'conceptual systems' (CS) and to disclose its import to issues of understanding, believing and knowing as aspects of the overall problem of the relationship between language and the world. This methodological expose reflects in part the author's dissatisfaction with the status of modern logical-philosophical as well as formal linguistic analysis of natural language (NL) with its characteristic theoretical dichotomies of linguistic and nonlinguistic knowledge, semantic vs. pragmatic information, theoretical constructs like 'semantics of NL' etc. (see also /1/, /2/, /3/).

In what follows the above mentioned issues are analysed in terms of the formation, structure and functioning of CS as systems of true and/or false information reflecting subjective and social cognitive (epistemic) experience of an individual, who, in such a case, is regarded to be a view, may simply be identified with it.

I shall consider the process of human cognition, being in general a process of extending man's orientation in the world, as one of forming meanings, or concepts, about the objects of cognition, one of acquiring true or false information about the world, of constructing some conceptual 'picture of the world'. It is this information as to some actual or possible state of affairs in the world, i.e. what an individual knows, believes, admits, conjectures etc. about the world, that I call below 'meanings', or 'concepts'. (More strictly such concepts might be considered as intensional functions having as their values objects of the actual or some possible world.)

To acquire, or to form, a concept of an object is to construct some conceptual structure out of available concepts serving as semantic interpreters, or analysers, of the cognized object and, simultaneously, as constitutive

parts of the concept introduced into thus ensuing system of concepts, or conceptual system (CS). Otherwise speaking, it amounts to making up a 'picture' of the object out of available conceptual paraphernalia: e.g. in case of some physical object such a 'picture' may be a visual, or auditory, or tactile, or olfactory, or some integral conceptual representation of the object. The 'quality' of the picture of an object depends essentially on what concepts partake in the process of interpretation of the object, and it is this operation of interpretation in a definite CS that I call 'understanding' the object. It is evident that forming such a CS requires some initial concepts or conceptual structures as a starting matrix for further building up a CS.

Cognitive activity of man manifests itself in progressively distinguishing ever new objects in his intellectual vista of the world; in terms of our approach, in enriching his conceptual 'picture of the world', adding new objects to it or getting a more enriched or another view of the old ones, and therewith fixing their mutual arrangement in the world.

This operation of distinguishing, resp. identifying, objects may be accomplished but on the basis of some concepts. Generally speaking, one object is distinguished from another if their concepts differ, i.e. if what is ascribed to the one can not be ascribed to the other, if the concept of one is, in this sense, a negation of the concept of the other.

From the outer to CS point of view (i.e. from the viewpoint of some ideal observer) there is always some incompatibility between concepts introduced into CS, or generated in CS from the viewpoint of CS itself, and those available in it: this incompatibility may be expressed by different degrees of negation (taking the continuous interval from 0 to 1) between the concepts in question. Such an introduction is held possible if and only if the respective degree of negation is less than 1. This will be taken to mean that concepts may be introduced into CS but on the basis of relevant concepts available in the system. And this will account for what I call 'continuity' of CS, meaning that concepts of CS which represent infor-

mation individual disposes of some actual or possible state of affairs serve as basis for introducing, or generating, new concepts and their structures. From this point of view to form some belief of an object is to form some concept of it in a definite CS on the basis of other concepts of the CS as semantic analysers, or constituents, of the constructed concept.

By way of a simple schematic illustration let us consider the following primitive cognitive situation.

For simplicity let us take a world as consisting just of two objects p and q as the objects of cognition. Let us admit further that we dispose of the meaning, or concept, of p and we have to determine the meaning, or concept, of q . Then we shall have to consider such principle cases:

1) There is something in the concept of p which may be used to form the concept of q and the whole of p ¹ partakes in and is sufficient for constructing q . Then $N_{p/q}$, or the relation of incompatibility between p and q , is 0; 2) There is something in p which may be used to form q , though not the whole of p partakes in constructing q ; 3) there is something in p which may be used to form q , the whole of p partakes in constructing q , though it is not sufficient for constructing q . In this case, as in the previous one, $N_{p/q} \neq 0$, i.e. from $p \neq q$ follows that $p = -q$ (p is not q) if $N_{p/q} \neq 0$. The less p partakes in the construction of q , the greater the degree to which p is not q , the greater the incompatibility between p and q . The simplest way to express it is this: $p^{\text{K}} = 1 - N_{p/q}$ (where ' p^{K} ' is the part of p which partakes in constructing q). Hence, if N covers the continuous interval between 0 and 1, i.e. $0 \leq N \leq 1$, $p = q$ if $N_{p/q} = 0$; $p = -q$ if $N_{p/q} \neq 0$, or to be more precise, $p = -q_{\text{max}}$ if $N_{p/q} = 1$, $p = -q_{\text{min}}$ if $N_{p/q} = 0$ (where means 'approaches').

If, besides p , some other concept r is involved in the construction of q , i.e. p and r form a structure (p, r) which is used to construct q , then $N_{r/q} = 1 - N_{p/q}$ etc. If by N is meant semantic distance D between the concepts of

¹ For brevity I shall say "' p ', ' q '... instead of 'the concept of p ', 'the concept of q '... .

the system, we have: $D_{p/q} > D_{r/q}$ if $N_{p/q} < N_{r/q}$ where $D_{x/y}$ is the semantical distance between x and y . In other words p is more involved in constructing q than r is involved in it. All that may be summarized by a following principle:

A concept c can be constructed (introduced, generated) in a CS if and only if $N_{c/CS}$ is less than 1. Formally this principle may be considered as a function (relation) of interpretation from concepts (conceptual structures) of CS to constructed concepts (conceptual structures) of CS.

Since cognitive activity of man does not stop at distinguishing one, two or three objects in the world, it is reasonable to regard it as one directed to progressively distinguishing new objects of the world among concepts of which there establishes itself a certain relation of incompatibility.

Thus meaning is considered here as a concept made of other concepts as its semantic analysers (in the above schema the role of such concepts was played by concepts p and r , constituting the structure (p,r) as the constructed concept q) and continuously albeit by different degrees of negation, or incompatibility, connected with other concepts of the system. The degree of incompatibility between concepts shows the possibility of determining concepts by means of other concepts, the possibility of the semantic transfer from concepts to concepts, the possibility of building new concepts and conceptual structures in the system. Objects 'reflected' in CS by the same (relevant for conceptualization of a particular aspect of the object) structure of semantic analysers, are viewed as (in a relevant respect) identical from the standpoint of CS. The degree of similarity (difference) of objects is thus accounted for in terms of the sameness of semantic analysers partaking in the construction of the respective concepts of these objects.

Procedures of generalization and classification of objects are usually regarded as genuine criteria of thinking. It is not only natural but necessary to speak of these procedures as operative already at the preverbal stage of the construction of a CS. Otherwise it is impossible to explain how NL could be introduced into some CS, in other words, how NL could be learned at all.

It is natural to suppose from what we know about indivi-

dual's orientation in the world at this preverbal stage that already then he starts to form some, may be ontologically very specific, 'picture of the world', i.e. he discerns objects, that is distinguishes and identifies them, in his own way. The sensual origin of the concepts derived in this way does not deprive them of their conceptual status and, because of in this case the inevitable procedures of generalization, of their abstract character. 'Sensuality' here only indicates the sphere of cognition and its limited character. Therefore we have reason enough to speak of the existence of CS as containing some 'picture of the world' before NL is introduced.

It is necessary to admit the existence of such a CS: it is the only basis for meaningful introduction of a NL. For it is on the basis of such a system of concepts that an individual can distinguish linguistic signs (sounds) themselves as a certain type of physical objects and to associate them with other objects of the world (complexes of them, or situations) which are too interpreted in the very same CS. The initial stage of NL learning is thus just coding concepts that 'reflect' preverbal cognitive experience of an individual; this, in turn, is a necessary condition for social communication, for social, or conventional, orientation and, probably, for transformation of individual CS. By the way, the form of a verbal symbol, associated with certain 'fragments' of CS, may vary from a word to a sentence, or sets of them: e.g. what is expressed by a word may be related to some structure of concepts and vice versa, these structures of concepts being, in their turn, continuously connected to, or determined by, other structures of CS. On the other hand, one may speak about the hierarchy of concepts of CS but from the viewpoint of their constitution, generation in CS.

Introduction of a NL, as of any other object of cognition means constructing concepts about the NL itself as of some physical and linguistic object. Thereby one acquires information about procedures, principles and rules of coding (rule of information) and decoding (rules of interpretation) of linguistic expressions. The interpretation of a linguistic expression in a CS is carried out simultaneously in more than one way: one can speak of the interpretation of the code itself and of the interpretation of a coded concept. E.g. the interpretation of a deictic element the personal pronoun 'he'

may be looked upon as the construction of a series of concepts on the level of phonology, on the level of grammar, and on the level of semantics. In the latter case one may distinguish the fixed (in the NL), or conventional, aspect (the concept of 'the third person', 'the one spoken of') from the pragmatical aspect (the concept of, i.e. the information one disposes of, a particular, real or possible, object as the referent of the expression as used by some NL speaker). The semantical significance of the interpretation of the code itself as well as sum total effect of the interaction of different levels of interpretation is often self-evident (as in the case of poetry, citation, imitation etc.).

Besides the coding function, NL performs the function of manipulation, for, having symbolically fixed some concepts of a continuously built CS, one obtains the possibility of manipulating concepts and their structures by manipulating verbal forms on the basis of the acquired concept of the grammatical structure of a NL. This gives the possibility of constructing (in conformity with the requirements which condition the introduction of new concepts) new conceptual structures which otherwise, i.e. without language, could not be constructed in CS (respective 'pictures of the world' could not be formed in CS) and which are continuously though not directly connected to concepts relating to the actual epistemic experience of an individual. The former, evidently, are not reducible to the latter. CS may be not only more or less 'rich' in content, they (or, rather, 'pictures of the world' constructed within them) may be more or less 'close' to the actual world. However, they are never completely determined by it, for it is a matter of the logical, that is determined by the CS itself, possibility of constructing, or generating, concepts.

Conceptual structures formed by means of NL epistemically may relate not only to the actual but also - and this is particularly significant - to the possible experience of an individual. Such structures may represent information about objects which are principally observable, though inaccessible to observation, or information about objects which, in principle or not, are unobservable or hypothetical: it is in this regard that one can not deny differences between concepts, coded, e.g., by such verbal symbols as 'water', 'red', 'run', on the

one hand, and such like 'centaur', 'democracy', 'entropy', on the other hand. Consequently, such structures may represent most various (from everyday to most abstract) understandings of the world: ordinary, pseudoscientific, scientific, philosophical, phantastic etc.

It is important to emphasize once again that I am speaking here of the logical, i.e. determined by CS itself (and not only by the objective reality), possibility of forming new concepts, generating such 'pictures of the world' which do not necessary reflect the real world, which may not be true with regard to it. It is in this possibility of transcending the limits of the actual experience that the epistemic value of symbolism and of language in general (i.e. not only NL but any other language used to code and form concepts of a CS, e.g. the language of mathematics, physics, chemistry, philosophy, theology etc.) consists. (As a mark of a significant extension of these limits one may point out to what is called the 'phenomenon of self-consciousness': in terms of this approach it might be regarded as a peculiar case of the inter-(or meta-)interpretation of concepts when CS in corpore is interpreted ('reflected') by its own concepts.)

As there is no one-to-one correspondence between concepts of CS and a set of verbal expressions (besides, one and the same expression may relate to different concepts of the same CS, which produces the phenomenon of polysemy), it is unjustified to speak of the absolute expressive possibilities of NL and, on the other hand, to deny that there are nonverbalized concepts. The very notion of 'expressiveness' here needs an important qualification: NL per se does not 'express' anything unless some interpretation of it in some CS is presupposed. Therefore the locution 'NL serves to express some concept' should be understood in the sense that by means of NL one may fix (owing to its coding function) or form (due to its manipulation function) some concept in some other CS and, trivially, in the very same CS. It is these two functions that enable to 'transmit' information from one NL speaker to another by means of texts whatever they might bear upon; i.e. when at the one end of the 'information transmission line' concepts appertaining to some CS are encoded and at the other end these same texts are decoded in some other CS. And it is in this sense that texts 'preserve' information over the time axis,

or historical perspective.

Since every CS has its own history of formation, there may very well be discrepancies among them as containing different 'pictures of the world'. They would reflect different epistemic experience (in a variety of its aspects or levels: everyday, physical, scientific, philosophical, ethical, esthetical, emotional etc.) which together with other factors (social, cultural, physical etc. context) conditions different orientation needs of NL speakers. In any case linguistic expressions are related to some concept (a structure of them) which is continuously connected with other structures of CS, i.e. determined by other concepts of CS. That is why the understanding of an expression is considered here as its interpretation in some CS and not, as in the case of the theoretical interpretation of a formal language, in terms of some set of semantic objects, associated with linguistic expressions and making up the 'semantics of that language'.

At the same time it is just because of the manipulation function of NL that it is possible to orient individual CS towards specific, significant for and accepted in some linguistic community social, cultural, etical, esthetical etc. values, with respect to the socially significant, conventional 'picture of the world', which is so important for the social communication of NL speakers as bearers of different CS, for their coexistence and cooperation. This justifies speaking about the specific orientation of individual CS made manifest when forming the specific 'picture of the world' in conformity with the accepted in a community system of stereotypes as norms of thinking and behaviour. Thus, undoubtedly, NL is a means that enables to go from the individual, the subjective, to the intersubjective and in this sense to the objective, i.e. to the intersubjectively made distinctions, articulations of the world.

However, owing to the same manipulation function NL may be used to form different, specific 'pictures of the world', to further bring apart individual CS and to make their communication problematic. NL per se does not 'express' any concepts existing independently of particular CS. NL serves to further construct and symbolically represent the contents of a number of CS, comprising everyday (preverbal including), quasiscientific, scientific and any other possible notions

NL speakers might have about the actual or some other possible world. NL is no universal means for interpreting other languages. Any language, NL not excluded, is interpreted in particular CS, although - and this should not be underrated - to a great extent such an interpretation is carried out on the basis of concepts formed with the help (due to the manipulation function) of NL. This explains the significance which is attached to NL in everyday, scientific, esthetic etc. communication.

In terms of this approach, interpreting a linguistic expression means evoking concepts which may or may not make up a conceptual structure interpretable within particular CS. It is this process of interpretation in a CS that I called understanding a linguistic expression and wherein consists meaningfulness of a linguistic expression with respect to particular CS. Hence, to be meaningful is to be interpreted by a definite structure of concepts in a definite CS, comprising information of the level of common sense, quasiscientific, scientific, metaphysical, esthetic, emotional or any other possible way or method of cognizing the world. In other words, to render an object meaningful is to form a definite structure of concepts which, because of the nature of CS, is connected by the relation of interpretation to other conceptual structures of CS. Since concepts are regarded here as information one disposes of the actual or some possible world, meaningfulness so understood is constructability of a definite 'picture of the world' in a definite CS.

It follows that a linguistic expression, meaningful relative to some CS and to particular structure of it, may be meaningless with regard to some other CS or some other conceptual structure of the same CS. The content, or quality of interpretation, i.e. the way objects are interpreted and what meaning is given to them, is determined by the subject-matter of a CS undertaking the interpretation. Consequently, the 'creative' potential of a CS determines the limits of the meaningful in a definite CS. (In view of these considerations, grammatical irregularity of an expression may not necessarily cause a violation of meaning. This explains why almost constant deviations from norms of grammar of a NL, characteristic of its use, are tolerated in the practice of linguistic communication only if there is any guarantee that the expression

in question retains meaningfulness.)

Since a linguistic expression may receive more than one interpretation in a CS (it may be interpreted by various conceptual structures that are differently connected one with another but contained in the same CS), the CS gives a relevant interpretation when there is enough context to determine the fragment of the CS necessary, or 'to be used', for the interpretation. Here by 'fragment' I do not mean separate concepts, or semantical entities, or structures of them, taken from some list, or set, of them, postulated by a theory and associated with the interpreted object, e.g. linguistic expression, qua its meaning (as it is commonly done in modern logical-linguistic theories of 'semantics of NL'). By such a fragment I mean concepts, or structures of concepts, which are related by the relation of interpretation to concepts directly associated with (or evoked, or fixed by) a linguistic expression. Such a fragment is an integral part of the whole of CS which represents, as it were, whole bodies ('bloks', 'theories' etc.) of relevant information, interrelated with the rest of CS. One might figuratively say that an individual approaches an object to be interpreted with all the resources of his CS (comprising constituent concepts of various degrees of abstraction and of various content) there being but more 'activated', 'highlighted' parts of CS, other parts of it partaking too, though indirectly, or 'passively', in the interpretation.

In this respect the status and the nature of semantic entities as ingredients of CS differ in principle from the absolute semantic entities postulated by theories of 'semantics of NL'. The latter, as a rule, represent artifacts, simulating some stereotypic notions, something in between ordinary and quasiscientific 'ideas' NL speakers might have about the world. The role of a theory is then to determine a set of possible semantic relations (e.g. entailment, presupposition, equivalence etc.) on a set of linguistic expressions interpreted in a set of such theoretical constructs. Boundaries of such 'semantics of NL', i.e. what should be included in, resp. excluded from, it, what should be left over, e.g. to the 'semantics of language of science' or any other mode of understanding the world, in other words, how it should be delimited, remains unclear to say nothing of

the missing explication of the transition from the ordinary to the scientific, of the interrelations among different conceptual areas.

It is because a CS, when interpreting a linguistic expression, can take into account, i.e. interpret and, by way of conceptual structures formed, 'keep in mind', the whole context of its use, - not only linguistic (textual), but also situational, including, among other factors, other NL speakers as bearers of definite CS, - that a particular interpretation in a CS is chosen, a particular 'path' through conceptual structures that comprise a CS is selected. The very structure of CS guarantees the possibility of reaching, if necessary for interpretation, to any area of CS for the relevant information, stored in its conceptual structures.

However, although a bearer of a CS may understand different textually encoded views of the world (only if he can interpret them in his CS), resp. he may form different 'pictures of the world' in his CS, this does not mean that he holds them to be true, i.e. that they represent his 'picture of the world', his belief about the world. The latter is represented only by a subset of conceptual structures formed in his CS. In other words, we must admit to the individual as a bearer of a CS the ability to 'pick out' from among 'pictures of the world', that can be constructed in his CS, those which he accepts, which he holds to be true, which represent his belief, whatever aspect of the world it might concern. This could be regarded as choosing some meaningful (i.e. interpreted by the CS) 'text' out of a set of other equally meaningful (i.e. interpreted too by the CS) 'texts', as the one forming the basis for his veridical relation to the world.

From this point of view it is reasonable to consider change of belief as repudiation of a relevant concept, or a structure of concepts, in favour of another concept, or a structure of concepts. A set of such accepted, or 'marked', and connected one with another and with the rest of a CS structures form what I call the 'individual belief system', or the 'subjective picture of the world', which is often, though not necessarily, signalled in communication by phrase like 'I believe that', 'N. believes that' etc.

On the other hand, it is evident that what an individual holds to be true may not be true (i.e. possible worlds compatible with what one believes may not coincide with the actual world). But, if an individual orientates himself any in the world he lives, we may conclude that among conceptual structures which make up his belief system, i.e. among the 'pictures of the world' which they represent, there are such which are true to this world. Such a set of conceptual structures, being a subset of the belief system, may be called the 'subjective knowledge system' comprising (and limited by) what the individual knows about the world.

What is called here 'knowledge' covers not only information originating from everyday experience of an individual (including a preverbal period of the construction of CS), not only information related to his personal history and epistemic experience in the world, but also more sophisticated, systematic, theory-lidden kind of information, e.g. like one coded in texts of science. With respect to a large body of this kind of information it would be more proper to use the qualifier 'intersubjective' and in this sense objective. It covers concepts representing conventionally agreed upon 'knowledge' of the world and serves as basis for social communication of NL speakers. It may represent what at least some, deemed to be competent and authoritative, speakers of NL hold of the world. It may be subject to revision as there is progress in cognition. But, however it may be, this kind of information is part and parcel of particular CS, where it is related by a net of interpretation relations to other, may be, less conventional, more idiosyncratic, less theory-lidden, more mundane, 'coarser' though pragmatically satisfactory concepts of resp. CS.

'Subjective knowledge systems' because of their limited character are, abstractly speaking, only parts of a theoretical construct which could be called the 'Objective knowledge system'. The latter, being an abstraction from particular 'knowledge systems' has its symbolic existence in a body of various texts of science as historically and socially determined 'scientific pictures of the world.'

It follows from what has been said above that understanding as interpretation in a CS may proceed on different levels: on the level of concepts which belong to the CS but

do not belong to the belief system as a part of the CS; on the level of concepts which belong to the belief-system but do not belong to the knowledge system as a part of the belief system; finally, on the level of concepts which belong to the knowledge system and ipso facto to the belief system and to the CS itself. To put it otherwise, to understand is not necessarily to believe nor, the more so, to know. What is known objectively is not necessarily known subjectively, nor it is necessarily believed. But what is known subjectively is necessarily believed. What is believed is not necessarily known neither subjectively nor objectively, although it is always interpreted in some CS, i.e. it is understood. Therefore the thesis that understanding is not necessarily knowing (for it is not necessary that interpretation should take place on the level of concepts which represent knowledge) is as much grounded as it is evident that knowing presupposes understanding as interpretation in some CS.

From this point of view, human cognition in general is forming new concepts in a CS and only in abstraction (from particular CS) it may be considered as the augmentation of knowledge in the 'Objective knowledge system' encoded and symbolically preserved in a variety of texts: to be decoded, to be interpreted in some CS. Such a process may take place on the level of concepts representing the belief of an individual or on the level of concepts representing his subjective knowledge. Or, considering again what has been said above, human cognition may be viewed as a process of making belief objective, i.e. converting it into knowledge in some CS. In any case cognition presupposes understanding (for it is always interpretation in some CS) but not vice versa: understanding as interpretation does not necessarily mean cognition.

Differences that exist between individual CS condition differences of interpretation (understanding) of linguistic expressions and of the world in general. The interaction of such CS which more or less adequately 'reflect' the objective reality and contain in a greater or lesser degree the 'objective picture of the world', determines the mechanism of linguistic communication and the complexity of its structure.

It can not be denied that NL plays an essential role in the extension of CS, but it is neither causally related to its initial formation, nor it is the only means of its formation. In view of this, semantic analysis of NL should be considered constructive to the extent it ultimately leads to the analysis of the formation, structure and functioning of conceptual systems.

References

1. Pavilionis, R. Kalba. Logika. Filosofija. Vilnius: Mintis, 1981.
2. Pavilionis, R. Conceptual Systems, Belief and Knowledge. - On Belief. Epistemological and Semiotic Approaches. Ed. by H.Parret. Berlin/New York: Walter de Gruyter Verlag, 1983 (to appear).
3. Павилёнис Р.И. Проблема смысла. Москва: Мысль, 1983.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, ЯЗЫК И ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬ Р.И.Павилёнис

Резюме

Анализ связи естественного языка /ЕЯ/ и действительности невозможен вне учета формирования, структуры и функционирования концептуальных систем /КС/ как систем истинной и/или ложной информации, отражающей индивидуальный и социальный познавательный опыт человека. Начальный этап построения КС независим от ЕЯ; наоборот, КС являет собой основу интерпретации ЕЯ. Будучи средством дальнейшего построения различных КС, ЕЯ служит как социализации, так и индивидуализации КС. Выделение в структуре КС подсистемы мнения, а в ней - подсистемы субъективного знания позволяет рассматривать понимание ЕЯ как интерпретацию на соответствующих уровнях КС, познание - как построение новых концептов на той или иной подсистеме КС, осмысленность выражений ЕЯ - как конструируемость определенной "картины мира" посредством концептов, принадлежащих определенной подсистеме КС.

РЕЧЕВОЙ АКТ КАК ЭЛЕМЕНТ ДИАЛОГОВОГО
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
(попытка формализации)

М.И.Добренин, А.С.Нариньяни

I. ВВЕДЕНИЕ

В последние годы быстро растет число работ, посвященных исследованию механизмов функционирования естественного языка, как средства реализации речевого взаимодействия. [См., например, работу Падучева 1982 и библиографию к ней.]

Критическая масса наработанного в этой области материала достигла, как представляется, той точки, которая позволяет перейти к попыткам придать ему форму, соответствующую задачам машинной лингвистики. Делая в настоящей работе такую попытку, авторы считают своим долгом подчеркнуть крайнюю "эскизность" предлагаемой формализации, связанную и с ограниченностью диапазона рассматриваемых явлений и с предварительным характером исследования в целом.

Речевой акт (РА)^к рассматривается как элемент системы речевого взаимодействия (РВ), которая, в свою очередь, трактуется как автомат R . Состоянием этого автомата является совокупность информации об участниках взаимодействия (в данном случае мы ограничиваемся диалогом), ситуации взаимодействия и мире вообще, а алфавитом служит ограниченная номенклатура типов речевых актов (РА).

Формально мы рассматриваем автомат R , определяемый четырьмя составляющими: множеством состояний Q , алфавитом X речевых актов, функцией $F_1 : Q \times X \rightarrow Q$, определяющей закон изменения состояния модели при получении очеред-

к Мы не будем пытаться определять здесь понятие речевого акта, считая - как это ни парадоксально звучит - такую попытку преждевременной на данном этапе разработки модели. Подчеркнем только, что мы безусловно разделяем РА и его текстовую реализацию. "Размеры" этой последней могут варьироваться в конкретных случаях от междометия до развернутого текста, - в этом смысле именно РА определяет свою текстовую реализацию, а не текст является основанием для выделения РА.

ного РА и функцией $f_2 : Q \rightarrow X$, задающей для каждого $q \in Q$ подмножество речевых актов, релевантных для данного q .

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ МОДЕЛИ

Перечислим ряд общих положений модели, в значительной степени определяющих характер структуры РА в том виде, как он рассматривается в данной работе.

(1) РВ происходит на фоне и является частью общего взаимодействия между партнерами, модель которого должна включать физический, психологический, социальный и другие компоненты реального взаимодействия между людьми. Отделение РВ от фонового взаимодействия может производиться лишь условно, в рамках формального исследования. Форма и степень включения в модель РВ проекции упомянутых внешних компонентов определяется сложностью этой модели и ее задачами.

(2) Оба участника РВ (мы будем обозначать их А и Б²) имеют представление - в принципе разное - о действительности вообще и о той конкретной внеязыковой ситуации, в которой происходит РВ. Сумму этой информации (модель мира) каждого из участков будем обозначать М.А и М.Б соответственно.

Из М.А и М.Б, представляющих общую совокупность знаний А и Б о мире, выделим две составляющие, играющие особую роль в процессе общения:

- представление участника А(Б) о коммуникативном контексте, куда мы включаем информацию, отражаемую в иллокутивном компоненте РА и необходимую для правильного функционирования самой "машины" РВ; содержание этой составляющей (мы обозначим ее КК.А и КК.Б) будет более подробно обсуждаться в п.3.

- представление участника А(Б) о партнере (обозначим МБ.А и МА.Б), включающее его представление о модели мира партнера, и, в частности, о знаниях Б(А) о самом А(Б).

(Последняя составляющая, как очевидно, бесконечно рекурсивна по своей природе; однако, желая оставаться в рамках максимально простой схемы РВ, мы позволим себе полностью игнорировать эту рекурсивность).

Текущее состояние М.А. и его составляющих КК.А и МБ.А (М.Б, КК.Б, МА.Б) представляется текущим состоянием автомата,

ж Везде ниже, если это не оговорено особо, подразумевается по умолчанию, что А - автор, а Б - получатель РА.

описывающей модель РВ данного партнера. В общем случае партнерам могут соответствовать разные автоматы, различающиеся по любому из своих компонентов - см. ограничения (5) в данном разделе. Текущее состояние партнеров будем обозначать $\bar{M}.A$ и $\bar{M}.B$ соответственно.

(3) Каждый РА прежде всего является действием (актом), выполняющим одновременно несколько функций:

(а) перформативную функцию, представляющую функцию данного РА в охватывающей модели общего взаимодействия;

(б) перлокутивную функцию, определяющую воздействие РА на психологический компонент партнера (обрадовать, напугать, оскорбить, успокоить и т.д.);

(в) иллокутивную функцию, отражающую коммуникативную задачу данного РА (побуждение, вопрос, сообщение);

(г) реактивную функцию, отражающую взаимосвязь различных РА между собой в структуре РВ (ответ, отказ, согласие, возражение и т.д.);

(д) информационную функцию, - каждый РА, направленный от А к Б, представляет собой информационный "пакет", в явной или имплицитной форме содержащий сведения о $\bar{M}.A$, $\bar{K}.A$ и $\bar{M}.B$; содержание этого пакета, т.е. содержание РА, в значительной степени, а во многих случаях и полностью определяется функциями (а) ÷ (г).

В данной работе нас будет интересовать иллокутивная функция РА как часть его информационной функции.

(4) Восприятие содержания РА обнаруживает для Б различие между текущим состоянием $\bar{M}.A$ (насколько оно отражено в РА), с одной стороны и текущим состоянием $\bar{M}.B$, с другой. Уяснение этого различия партнером Б может вызвать:

- корректировку $\bar{M}.B$;
- попытку со стороны Б скорректировать $\bar{M}.A$;
- попытку получить от А дополнительную информацию, позволяющую точнее понять разницу между $\bar{M}.B$ и $\bar{M}.A$.

(5) Рассматривая максимально упрощенную модель РВ, мы считаем, что она безусловно находится в рамках действия постулатов Грайса (Грайс, 1975). Считаем необходимым добавить к ним ряд более конкретных ограничений:

(а) Оба партнера совершенно симметричны в своем владении техникой и законами РВ; это означает, что автоматы РВ, представляющие А и Б совпадают (откуда, как очевидно, не следует совпадение их текущих состояний). Таким образом, модель не учитывает культурные, интеллектуальные, психологические и прочие различия партнеров.

(б) Иллокутивные функции (и-функции) РА строго регламентированы, их номенклатура определена, а число конечно. Более того, номенклатура этих функций у А и Б совпадает.

(в) Каждый РА маркируется автором в соответствии с его и-функцией. Придавая своему РА конкретную форму (маркируя его), А рассчитывает на то, что Б воспримет этот РА именно как РА с данной и-функцией. Оговоримся, что тем самым модель не исключает из рассмотрения косвенные речевые акты. Более того, мы рассматриваем данную модель как естественную базу модели, способной интерпретировать косвенные РА: в этой расширенной модели каждый РА воспринимается на первом этапе как прямой; в случае, если в текущем состоянии автомат R имеет основания считать данный РА косвенным, он должен уметь построить его интерпретацию. Таким образом, введение косвенных РА в модель потребует дополнить автомат R функцией иллокутивного вывода ИВ: $X \times Q \rightarrow X$, позволяющей по прямому РА и текущему состоянию вывести "настоящую" и-функцию косвенного употребления РА (и косвенному употреблению будут относиться такие пары x, q , для которых $ИВ(x, q) \neq x$).

3. КОММУНИКАТИВНЫЙ КОНТЕКСТ

В коммуникативный контекст мы выделяем следующие компоненты ситуации РВ:

(а) Система целей партнеров. Фрейм и-функции каждого РА имеет слот цель, фиксирующий коммуникативную цель данного РА. Цель очередного РА как бы "объявляется" в момент "отправки" РА и существует в НК до тех пор, пока один из очередных РА партнера не "закрывает" ее (успешное или неуспешное выполнение и-функции РА). Признаки неуспешного закрытия цели РА: автор уясняет невозможность реализации цели, партнер уговаривает автора "снять" цель и т.д.

(б) Система показателей отношения партнеров. В данной работе мы не готовы предложить четкую систему показателей отношений, однако, несомненно, эти показатели играют существенную роль при выборе и-функции автором очередного РА. Выделим следующие показатели, сразу же оговорив, что все они тесно связаны между собой.

1. Зависимость партнеров может варьироваться в широких пределах от права одного приказывать другому до относительного равенства (в простейшей форме принимает значения $>$, $=$, $<$).

2. Сотрудничество - показатель, в простейшем случае принимающий три значения (кооперация, нейтральность, конфликт).

3. Кодекс характеризует степень доверия партнеров друг к другу.

(з) Система показателей заинтересованности партнеров в реализации тех или иных действий, в частности, целей РА. (обозначается A-ИИТ(...) и B-ИИТ(...)). Может характеризоваться "абсолютным" (A-ИИТ(...)=ПОЛОЖ/ОТР) или "относительным" (A-ИИТ(...) ≤ B-ИИТ(...)) значением. Ниже принимается, что для любой и-функции заинтересованность автора в реализации иллюкутивной цели РА всегда положительна. При кооперации B-ИИТ ≠ ОТР и при конфликте A-ИИТ > B-ИИТ.

Разработка более адекватной системы показателей безусловно является темой для специального исследования. Нам здесь важно подчеркнуть следующее:

- эта система представляет проекцию на модель РВ совокупности социальных и психологических факторов, относящихся к общему взаимодействию, являющемуся фоном РВ;

- с одной стороны, как уже говорилось, представление о КК у автора РА определяет выбор им для РА конкретной иллюкутивной формы, с другой же, как мы увидим ниже, эта форма, будучи выбранной, содержит "по умолчанию" определенную информацию о КК автора.

4. ОСНОВНЫЕ ИЛЛУКУТИВНЫЕ ТИПЫ РА

Традиционно и-функции РА делятся на три основных класса:

- побудительные РА (РАП);
- сообщения (РАС);
- вопросы (РАВ).

В принципе, каждый РА, как очевидно, содержит компоненты побуждения (А побуждает Б совершить Д) и сообщения (информационная функция РА - см. в предыдущем разделе, п.3(д)). Однако сообщения и вопросы выделяются как специальные типы побудительных РА, в которых Д носит специфический, коммуникативный характер, относящийся к самому функционированию РВ: для сообщения Д есть восприятие партнером Б этого сообщения, а для вопроса Д - ответ на вопрос.

В данном разделе мы обсудим фреймы трех основных иллюкутивных типов РА с тем чтобы в следующем рассмотреть ряд

конкретных примеров²².

П О Б У Д И Т Е Л Ь Н Ы Й Р А :

содержание: А побуждает Б совершить Д

цель: (1) (Б совершает Д) или (2) Д [реальной целью А может быть не само Д, а некоторое его следствие Д', однако такой случай употребления мы будем считать специальным видом косвенного РА, - см. п.2.]

Пресуппозиция: (1) ((Б совершает Д) возможно)

и (2) ((Б совершает Д) может не произойти без ра)

и (3) (ра может каузировать (Б совершает Д))

[Каждой из этих трех составляющих пресуппозиции может соответствовать степень уверенности, однако в данной работе мы отвлекаемся от этого факта.]

Признак успеха (реализации цели):

(1) Б совершает Д [реализация цели (1)]

или (2) Д реализуется [реализация цели (2)]

или (3) Б обещает совершить Д [при необходимости/возможности откладывания совершения Д и при достаточном уровне доверия А к Б по кодексу.]

Показатели отношения

зависимость: (любая)

сотрудничество: (любое)

кодекс: предполагает определенную степень доверия Б к общим намерениям А относительно Б.

Показатели заинтересованности

Б-ИНТ(Д): (любая)

Соотношение А-ИНТ(Д)/Б-ИНТ(Д): (любое)

С О О Б Щ Е Н И Е

[полностью включает фрейм РАП (А побуждает Б включить И в М.Б.)]

Содержание: А передает Б информацию И

Цель: В включает И в М.Б.

Пресуппозиция: (1) (И содержится в М.А [А полагает (И=истина)])

и (2) (И не содержится в М.Б)

[возможен вариант 'И не активировано в М.Б.', предпола-

я Подчеркнуты имена слотов, после двоеточия даны их значения; в квадратных скобках дается комментарий, ра обозначает данный РА .

такой усложнение модели за счет разделения М.А и М.Б на активированную и неактивированную в данный момент части.]

и (3) (ра должен каузировать (Б включает И в М.Б))

[(2) и (3) может характеризоваться степенью уверенности]

[(3) усиливает (3) пресуппозиции РАП]

Признак успеха: реакция Б показывает, что Б включает И в М.Б

[при соответствующем сочетании формы реакции и степени доверия А к Б по кодексу.]

Показатели отношения и заинтересованности

Кодекс: (Б доверяет А настолько, чтобы включить И в М.Б)

[В рамках ограничений п.3 остальные показатели могут иметь любые значения.]

В О П Р О С

[полностью включает фрейм РАП с Д=(сообщить А информацию И)]

Содержание: А побуждает Б, чтобы Б сообщил А информацию И.

Цель: А включает И в М.А

Пресуппозиция: (1) (И не содержится в М.А)

и (2) (И содержится в М.Б)

[(2) может характеризоваться степенью уверенности]

[Подразумевается, что экзаменационный вопрос является специальным случаем косвенного РА, имеющим в виду не И прямого вопроса, а его пресуппозицию (2)]

Признак успеха: А включает И в М.А

Показатели отношения и заинтересованности

Кодекс: А достаточно доверяет Б [поскольку собирается включить в М.А информацию И, источником которой должен быть Б при ответе на данный вопрос]

[остальные показатели могут иметь любые значения в рамках ограничений п.3.]

5. ПРИМЕРЫ

Ниже мы рассмотрим несколько примеров более конкретных иллокутивных типов РА. Эта конкретизация получается за счет снятия некоторых степеней свободы, определяемых фреймом соответствующего общего иллокутивного типа.

Оговоримся, не останавливаясь на этом более подробно, что РА разделяются на простые (общие типы которых

мы обсудили в предыдущем разделе) и сложные, т.е. такие, которые представляют собой структуру, состоящую из простых и сложных РА, связанных определенными отношениями.

5.1. Примеры директивных РА, которые мы приводим ниже, включают простые РАП (ПРОСЬБА, ПРИКАЗ^ж) и сложные, состоящие из РАП и подчиненного ему РАС, выступающего в качестве аргумента (мы будем называть их аргументированные РАП, или АРАП). Для простоты изложения АРАП будет представляться тем же фреймом, что и РАП, но с усложнением слота содержание.

ПРОСЬБА является конкретизацией общего РАП, включающей следующую информацию:

A-ИИТ(Д) > B-ИИТ(Д)

Зависимость: $A \leq B$

Сотрудничество: достаточный уровень кооперации.

ПРИКАЗ является частным видом РАП, предполагающим следующие ограничения:

A-ИИТ(Д) \geq B-ИИТ(Д)

Зависимость: $A > B$

Сотрудничество: достаточный уровень кооперации.

ПРИКАЗ подразумевает, что отказ Б в сотрудничестве по реализации цели ПРИКАЗа (т.е. по выполнению Д) влечет для Б последствия П, такие, что

B-ИИТ(П) = ОТР

B-ИИТ(П) < B-ИИТ(Д)

Фактически ПРИКАЗ является имплицитной формой АРАП (см. УГ-РОЗА), аргумент которого воспринимается по умолчанию как следствие условия (зависимость: $A > B$).

Аргументированный РАП, как уже было сказано, отличается от простого РАП усложнением формы слота

Содержание: (А побуждает Б совершить Д, используя информацию И в качестве аргумента)

Информация И имеет целью корректировку показателей заинтересованности в КК.Б и предполагает значение кодекса, соответствующее достаточному уровню доверия Б к И.

ж) Следует подчеркнуть, что имена фреймов, выступающие в данном случае как этикетки иллокутивных функций, выбраны совершенно условно. В этом смысле соответствующие фреймы ни в коей мере не должны рассматриваться как средство экспликации содержания русских лексем, использованных в качестве их имени.

АРАП можно разделить на две группы - конфликтные и кооперативные, различающиеся значением слота сотрудничество.

Примером конфликтного АРАП является УГРОЗА, включающая следующую информацию:

И-несовершение Д влечет (А каузирует Д')

Б-ИИТ(Д') = ОТР

Б-ИИТ(Д') < Б-ИИТ(Д)

Таким образом, УГРОЗА как и ПРИКАЗ повышает "итоговое" значение Б-ИИТ(Д) с помощью аргумента типа "кнута".

Примером кооперативного АРАП может служить СОВЕТ, структура информации И которого сводится к следующему:

И-несовершение Д менее выгодно для Б, чем совершение.

При этом И может содержать данные, подчеркивающие невыгодность для Б несовершения Д и/или выгодность совершения Д.

Частными случаями СОВЕТА являются ДОБРОЖЕЛАТЕЛЬНОЕ-ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ (И-несовершение Д не выгодно для Б) и УБЕЖДЕНИЕ (И-совершение Д выгоднее для Б, чем следует из КК.Б). Конкретизацией УБЕЖДЕНИЯ является СОБЛАЗН, повышающий Б-ИИТ(Б совершает Д) обещанием А при условии (Б совершает Д) выполнить Д', такое, что (Б-ИИТ(Д') = ПОЛОЖ) и суммарное значение показателя Б-ИИТ в совершении Д и Д' - положительное.

5.2. Рассматривая сообщения (РАС), можно предложить, по крайней мере, два (совместимых) принципа их классификации.

Согласно первому РАС разделяются на кооперативные и конфликтные в соответствии со значением слота сотрудничество. Можно предположить, что конфликтные РАС являются всегда косвенными РАС, имеющими целью корректировку в пользу автора значения слота зависимость в КК оппонента.

Согласно второму принципу РАС могут подразделяться на три категории:

КОНСТАТАЦИЯ есть сообщение, пресуппозиция которого предполагает отсутствие сообщаемой информации в И.Б.

КОРРЕКЦИЯ соответствует сообщению, в котором пресуппозиция включает утверждение о том, что И.Б (локально) неверно и что ее следует исправить, включив туда И и исключив противоречащую И информацию.

УТОЧНЕНИЕ является промежуточным случаем, предполагающим (локальную) неполноту И.Б именно в отношении информации И.

5.3. Мы не готовы рассматривать здесь сколько-нибудь содержательную классификацию ВОПРОСОВ.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Еще мы попытались провести начальную, весьма "наивную" и непоследовательную формализацию описания иллокутивной функции РА в механизме речевого взаимодействия. Нам представляется, что такая попытка является определенным шагом в направлении создания пусть ограниченной, но в достаточной степени законченной и строгой формальной модели речевого взаимодействия. Само же появление такой модели является, по-видимому, необходимым условием развития как прикладных работ, направленных на создание диалоговых человеко-машинных систем, так и фундаментальных исследований, ставящих своей целью разработку формальной модели естественного языка, выполняющей (а хотелось бы верить, ставящей во главу угла) его основную функцию - служить средством коммуникации.

ЛИТЕРАТУРА

- Падучева 1982 - Падучева Е.В. Актуализация предложения в составе речевого акта. В кн.: Формальное представление лингвистической информации. Новосибирск, 1981, с. 38-63.
- Грайс 1975 - Grice H.P. Logic and conversation. -In: Cole P., Morgan G. (eds.) Syntax and semantics, v.3. - N.Y., Acad. Press, 1975, p. 41-58.

SPEECH ACT AS AN ELEMENT OF DIALOGUE MODEL

M.M.Debrenn, A.S.Narin'yan

Summary

The paper describes a simplified model of a dialogue where the decisive role is played by the model of the world of each of the partners, particularly by such its components as the participant's view of communicative context and his opponent. In the communicative context we include a system of aims of the partners, a system of indices of the relations between the partners, a system of indices of the interest the partners have in certain actions to be done.

Frames of the basic illocutive types of speech acts, such as Inducement, Communication and Question, are given. Finally, some examples of more concrete illocutive types are considered including Order, Treat, Advise, etc.

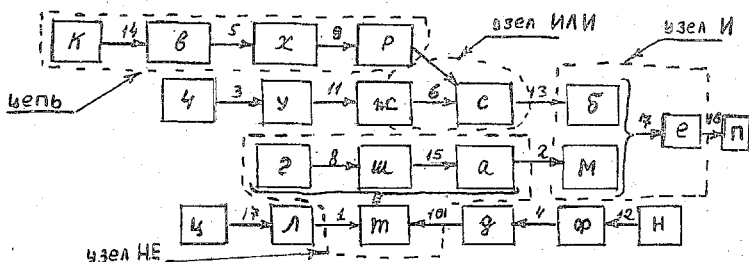
ПУТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ, РЕАЛИЗУЮЩИХ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ МЫШЛЕНИЯ

Целкова Н.В., Рябчикова Н.А.

В настоящее время в области построения искусственного интеллекта возникли тенденции, связанные с попытками воспроизведения в механических системах ряда основных, универсальных механизмов мышления человека /2, 3, 11, 24, 25, 26, 28/. При этом определяется ряд новых проблем, тесно связанных с изучением высшей нервной деятельности. В этой связи приобретает интерес анализ некоторых результатов, полученных на основе использования методики алгоритмического анализа работы мозга /16, 17, 12, 5, 14, 18/. Методика основана на сочетании экспериментов с построением теоретических моделей. Она обеспечивает не только выявление алгоритмов, но и сложных информационных механизмов. На первом этапе проведения исследования дается анализ различных сложных форм творческой деятельности человека (проектирование, конструирование и др.) /16, 15, 18, 20, 21/. Далее проводятся аналитические эксперименты, выявляются отдельные компоненты информационной деятельности: информационные структуры, алгоритмы. На этой основе создаются и затем экспериментально проверяются гипотезы о работе целостных, информационных механизмов /16, 5/.

В частности, в нашей работе были раскрыты механизмы, обеспечивающие возможность новой эффективной постановки задач в процессе творческой деятельности, перехода от чувственного восприятия к раскрытию структуры причинно-следственных связей внешнего мира и законов предотвращения захода в тупиковые ситуации при поиске решения, выделения автономных подсистем при информационной деятельности и другие /32, 33, 34/.

В результате проведения этой работы было показано, что в основе сложных форм работы мозга лежит преобразование абстрактных информационных структур специального вида /32, 33, 34/. Такие структуры отражают основные типы отношений объектов внешнего мира: взаимного дополнения, взаимного исключения, взаимозаменяемости, отношения следования, а также возможности организмов путем активных действий осуществлять преобразование внешних ситуаций. Они имеют вид:



На схеме представлена структура, отражающая взаимодействие внешней среды и организма (информационная структура). Буквами в квадратиках обозначены сигналы, характеризующие изменения внешней среды в зависимости от производимых организмом воздействий (обозначены стрелками со стоящими над ними цифрами). В схеме выделены основные компоненты информационных структур: узел НЕ, отражающий отношение взаимоисключения (наличие во внешней среде сигнала-тормоза запрещает включение сигналов области влияния тормоза: г, ш, а (область влияния тормоза обозначена фигурной скобкой)); узел И, отражающий отношение взаимодополнения (для получения сигнала е необходимо наличие двух сигналов: б, м); узел ИЛИ, отражающий отношение взаимозаменяемости (сигнал с может быть получен либо путем осуществления действия Г8 (при наличии во внешней среде сигнала р), либо - действия б (при наличии сигнала ж)); ЦЕПЬ, отражающая отношение следования. Характерной особенностью этих структур являлось: а) наличие незаполненных участков (локусов) и специальных процедур их заполнения, б) свойство порождения структурой более высокого уровня структур более низкого уровня /30, 29,5/. Было доказано наличие при работе мозга нескольких уровней конкретизации таких структур. Один из типов отражает конкретные отношения между объектами, представленные, в частности, в виде абстрактных понятий человеческого языка /32, 33/. Наряду с этим для работы мозга было характерно преобразование абстрактных информационных структур, не отражающих каких-либо конкретных ситуаций внешнего мира. Элементы таких структур не несут никакого конкретного содержания /29/. Они отражают только основные отношения между объектами: отношение взаимного дополнения, взаимного исключения и взаимозаменяемости (узел И, узел ИЛИ, узел НЕ, ЦЕПЬ).

Было показано, что в конструкциях, состоящих из элементов такого типа, возникают специфические явления и за-

закономерности. На таких структурах определяются информационные задачи, для решения которых используются специальные алгоритмы. Таким образом абстрактные информационные структуры и их преобразование отражают некоторую специфическую семантику работы мозга.

Третий тип структур представляет характер отношений между структурами любого вида. Для его описания была введена специальная символика. Символ Θ отражает структуру любого вида. Запись в виде формулы отражает универсальные закономерности работы мозга справедливые для структур любого типа. На каждом уровне преобразования структур возникают специфические закономерности и новые категории явлений, которые определяют характер интеллектуальной деятельности человека. Так, формула, приведенная ранее, отражает процесс построения частной интерпретации $\Theta_{l,e}^i$ (структуры l -го уровня из порождающей структуры $\Theta_{l+m}^{i,m}$ (структуры $(l+m)$ -го уровня). На процесс построения частной интерпретации накладываются дополнительные условия, которые описываются в виде структуры $\rho_{ok} \Theta_l$: частная интерпретация не должна иметь противоречивых участков с заданной структурой Θ_{33}^i и должна иметь с последней максимальную область пересечения.

$$\Theta_{l,e}^{i+m} \xrightarrow{\rho_{ok} \Theta_l} \Theta_{l,e}^i; \rho_{ok} \Theta_l : \{ \Theta_{l,e}^i \neq \Theta_{33}^i; \Theta_{33}^i \cap \Theta_{l,e}^i : - \max \}$$

Было показано /32,33,34,5/, что мышление человека включает все три категории информационной деятельности. Система знаний человека содержит: а) комплекс целостных моделей, сформулированных на языке абстрактных структур, б) тестов, служащих для опознания их применимости в реальных ситуациях деятельности мозга, в) задач, сформулированных на этих структурах, и алгоритмов их решения. Кроме того, мозг человека располагает специальной системой механизмов, обеспечивающих преобразование таких структур /32,34/.

На первой стадии новые проблемы представляются на содержательном языке. Затем имеет место перевод задач на уровень абстрактных структур. По тестам осуществляется опознавание применимости тех или иных "моделей" (структур). Затем имеет место их объединение в более сложные композиции на основе работы специальных алгоритмов /16,17,35,32,34/. Формулируется новая постановка задачи на абстрактном языке. После этого осуществляется использование алгоритмов для поиска путей решения. Полученные результаты переводятся на конкретный уровень.

Тем самым было показано, что при работе мозга функционируют два различных уровня постановки задач и работы алгоритмов преобразования информационных структур /32, 33, 34/, которые используют различные языки описания.

Наряду с использованием структур описанного типа большее значение приобретает формирование новых сигналов со специальными функциями, например, сторожевых сигналов, которые определяют возможность прогнозирования и предотвращения попадания в тупиковые ситуации, или опорных сигналов, которые обеспечивают выделение автономных подструктур при информационной деятельности, и других типов сигналов /32, 33, 34/. Объединение информационных структур и новых сигналов в композиции приводит к возникновению новых информационных задач, определяющих характер интеллектуальной деятельности человека и являющихся основой формирования и работы алгоритмов. Для описания и изучения таких информационных структур был создан специальный символический язык /29, 16, 17/.

В дальнейшем сочетание экспериментов с теоретическим анализом проблем позволило выявить конкретные законы, определяющие преобразование информационных структур описанного типа, и на этой основе подойти к расшифровке различных форм интеллектуальной деятельности человека. В частности, были изучены такие виды творческой деятельности как конструирование, проектирование, административная деятельность /17, 18, 19, 20, 5/.

Полученные результаты, как нам кажется, хорошо согласуются с теоретической концепцией интеллектуальной деятельности, созданной И.Я. Сильдмэ /24, 25, 11/. В то же самое время они могут оказаться полезными при решении ряда проблем, возникающих в настоящее время в области построения искусственного интеллекта. Одной из центральных проблем в этой области является проблема создания системы знаний. При этом, как известно, большое значение придается построению фреймов. Полученные нами результаты, с одной стороны, подтверждают эффективность этой концепции. Однако в то же самое время они указывают на то, что сложные формы интеллектуальной деятельности не могут основываться на создании достаточно жестких систем фреймов. В действительности при построении искусственного интеллекта необходимо воспроизведение динамической системы преобразования реализующих и порождающих информационных структур, в которых имеются незаполненные участки (локусы), заполняемые в результате ра-

боты специальных алгоритмов. Работа таких систем основывается на достаточно сложном комплексе законов /16, 17, 32, 34/, без знания и использования которых окажется невозможным создание даже простых моделей искусственного интеллекта. Существующие в настоящее время модели диалоговых систем и модели организации системы знаний отражают только очень простые случаи работы мозга в стационарных ситуациях, в которых может быть оправданным использование жесткой системы фреймов, работающей в условиях их искусственного создания и заполнения конкретной информацией. Они представляют собой частный и нетипичный для интеллектуальной деятельности человека случай работы мозга.

Другой существенной проблемой при разработке "искусственного интеллекта" является соотношение построения семантических моделей и использования математики.

Проведенная нами работа привела к выводу, что проблема раскрытия механизмов работы мозга и построение "искусственного интеллекта" неразрывно связаны с созданием формального аппарата нового типа. Известно, что математика развивается на основе абстрагирования определенных типов отношений, объективно существующих в реальной деятельности /22, 10, 8, 23, 27/. При этом каждый раздел математики абстрагирует определенную категорию отношений и оказывается применимым для изучения такой категории объектов внешнего мира, которая реализует те же системы отношений /22/. При этом удается установить наличие в объекте исследования таких свойств и явлений, которые не могут быть обнаружены другими способами. Таким образом математика позволяет выявлять скрытую от непосредственного восприятия сущность явлений и в определенном смысле отражает глубинную семантику явлений. Вместе с тем до последнего времени в математике не рассматривался процесс перехода от выявления систем отношений, являющихся основой построения того или иного формального аппарата, к его построению и дальнейшему развитию /9, 19, 27, 28, 10/. Этот процесс осуществлялся на основе интуитивной деятельности мозга выдающихся математиков, которые на основе анализа действительности и большого числа конкретных задач вводили то или иное интуитивно ясное и формально неопределенное понятие типа множество, высказывание, число.

Это понятие определяло класс систем отношений, положенных в основу развития нового раздела математики, и границы его применения /19, 31, 7/. Далее на основе анали-

за мышления специалистов вводилась система аксиом и осуществлялось доказательство теорем. В результате современная математика представляет собой ряд изолированных ветвей, не связанных "общей корневой системой", с нечеткими границами определения применимости каждого раздела /23/.

Описанные особенности развития структуры средств формального описания, с нашей точки зрения, позволяют понять основные трудности и существо проблем, возникающих в изучении механизмов мышления и построения искусственного интеллекта. С одной стороны, без использования абстракции и построения формального аппарата оказывается невозможным понимание существа сложных явлений переработки информации. В связи с этим объектом моделирования часто становятся только некоторые внешние проявления работы мозга, связанные с использованием комплекса понятий человеческого языка и моделирования процедур профессиональной деятельности. С другой стороны, для изучения мышления необходимо, чтобы развитие математики охватывало описанные выше основные процессы перехода от выявления типов отношений внешнего мира к построению новых средств формального описания, так как именно эти процессы — процессы взаимодействия с внешним миром — являются определяющими при работе мозга /19, 8, 22/.

Было важно более четко определить область, в которой оказывается эффективным тот или иной математический аппарат и провести различие между возможностью формального описания и использования математики как средства определения внутренней организации явлений и объектов.

В нашей работе, связанной с попытками последовательной расшифровки механизмов работы мозга /16, 17/, мы столкнулись с необходимостью перехода на все более и более высокие уровни абстрактного рассмотрения, и, в конечном итоге, оказалось необходимым построение формальной системы взаимодействия среды и организма. Такая система позволила описать те типы отношений, которые лежат в основе творческой деятельности человека и в то же самое время определяют развитие различных разделов математики /30, 31/.

Исходя из определения основных отношений, характерных для внешней среды (взаимного дополнения, взаимного исключения, взаимозаменяемости, отношения следствия), были определены элементарные структуры, и путем их композиции, как уже говорилось, было получено множество простых, сложных и комплексных структур. Далее были опреде-

лены системы отношений между структурами этого типа и, в частности, системы отношений типа "порождающей - порождаемой" структуры, "реализующей - реализуемой" структуры. Был создан также язык более высокого уровня абстракции, связанный с рассмотрением организаций, элементами которых являлись структуры описанных выше типов /29, 5, 31, 35, /. Построение формальной системы описываемого типа привело к возможности дать анализ процесса перехода от реальности к построению различных разделов математики и, таким образом, теоретически вывести основания этих разделов, исходя из общей теоретической системы.

В результате открылись новые возможности для изучения и моделирования работы мозга. Оказалось возможным установить область использования уже существующих разделов математики и, параллельно с экспериментальным изучением высшей нервной деятельности, начать построение недостающих средств формального описания /31, 35, /. Так, например, были определены границы возможности применения аппарата математической логики, и стало очевидным, что дальнейшая её разработка не приведет к расширению этих границ и тем самым не обеспечит радикальных успехов в изучении высшей нервной деятельности. В то же самое время удалось начать разработку новых абстрактных систем и создать предпосылки для понимания основных механизмов мышления.

В результате работы удалось подойти к решению ряда проблем, возникающих при попытках построения искусственного интеллекта. Одна из них связана с вопросом реализации семантики при переработке и передаче информации техническими системами. В ряде работ семантика связывалась с использованием понятий человеческого языка, делалось указание на то, что использование абстрактных математических структур не дает возможности реализации явления семантики в переработке информации. Проведенное нами исследование привело к выводу, что при работе мозга наряду с решением частных ситуационных задач, которые предполагают использование понятий человеческого языка, решающее значение имеют задачи более общего типа, для решения которых необходимо использование абстрактных структур, в том числе, и математического аппарата, который обеспечивает семантику более высокого уровня.

Трудности построения искусственного интеллекта определялись тем, что раскрытие сложных механизмов работы мозга оказалось невозможным без использования адекватных раз-

делов математики. В то же самое время создание самих этих разделов было затруднительно в рамках существующих традиций развития математики. Проведенная нами работа, как нам кажется, наметила пути преодоления этих трудностей. Анализ конкретных примеров мышления человека на основе использования теории информационных структур позволяет создать новые средства формального описания, и тем самым, с одной стороны, понять механизмы новых явлений, связанных с работой мозга, а, с другой стороны, создать основу их реализации при работе вычислительных машин. Таким образом открываются пути для полного решения проблем анализа сложных семантических структур при построении искусственного интеллекта.

Одной из проблем построения искусственного интеллекта является определение существа тех информационных задач, которые являются основой работы мозга. Часто объектом моделирования становятся только некоторые внешние проявления высшей нервной деятельности человека. Например, организация системы знаний, обучение. Использование созданной теории позволило вывести в качестве следствия основные структуры, составляющие основу таких психологических явлений как обучение, принятие решений, прогнозирование, память, а также таких комплексных процессов как проектирование, конструирование, административная деятельность. При этом были выявлены основные задачи, которые возникают в таких информационных структурах, алгоритмы их решения и механизмы. Таким образом открылись существенно новые возможности для построения моделей искусственного интеллекта. Существенной проблемой, возникающей при построении искусственного интеллекта, является также проблема построения новых алгоритмов как одной из основ творческой деятельности. Эта проблема не была достаточно полно изучена в области кибернетики и математики /27,28/. Развита в настоящем исследовании концепция, связанная с рассмотрением информационных структур различных уровней, позволяет понять каким образом в результате преобразования информационных конструкций того или иного типа возникают новые информационные задачи и на их основе формируются алгоритмы. Становится понятным происхождение основных свойств алгоритмов массовости, детерминированности, результативности. Определяется процесс формирования новых ситуационных семантических информационных систем /32,33/.

Возможности их практического использования были реализованы нами в виде специального исследования, ставящего своей целью изучение путей оптимизации структуры и методов

Управления в области строительства/6,7,15,20,21/. Совместно с А.А.Гусаковым были разработаны методы раскрытия основных задач и алгоритмов, определяющих организацию систем управления, и методы синтеза новых оптимальных алгоритмов /6,7,20/. Совместно с Э.П.Григорьевым была проведена также работа, связанная с повышением эффективности творческой деятельности человека в различных областях на основе использования ЭВМ /15,35,32,33,34/. Были разработаны пути рационального разделения функций между человеком и машиной и определены возможности передачи ЭВМ ряда алгоритмов мышления человека.

Рассмотренный в настоящем сообщении путь построения искусственного интеллекта, связанный с изучением работы мозга и построения общей теории, имеет ряд преимуществ по сравнению с методикой непосредственного создания моделей искусственного интеллекта и их последовательного усовершенствования. Построение теории позволяет избежать трудностей, возникающих при последовательном усовершенствовании моделей искусственного интеллекта. Оно обеспечивает раскрытие целостной системы интеллектуальной деятельности, что в свою очередь, делает возможным быструю реализацию практически полезных кибернетических систем. Вместе с тем этот путь приводит к раскрытию механизмов работы мозга человека, что является важным для развития современной медицины, педагогики и некоторых других областей науки /2,3,16,26,35/.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурбаки Н. Очерки по истории математики. М., Мир, 1963.
2. Брушлинский А.В. Психология мышления и кибернетика. М., Мысль, 1970.
3. Брушлинский А.В. Мышление и прогнозирование. М., Мысль, 1979.
4. Булатова Г.В., Целкова Н.В. Алгоритмы адаптации при формировании информационных потоков. В кн.: Биологическая и медицинская кибернетика. Часть I, 1974. Изд. АН СССР.
5. Воронин Л.Г., Напалков А.В., Целкова Н.В. Алгоритмический анализ работы мозга. М., изд. МГУ, 1982.
6. Гусаков А.А. Повышение эффективности капитального строительства на основе проектирования организаций. - В кн.: Проблемы автоматизации управления строительством. Проектирование организаций. Научн. труды ЦНИИАСС. вып. 17, 1977.

7. Гусаков А.А. Новые научные направления совершенствования управления и проектирования в строительстве. — В кн.: Промышленное строительство. 1979.
8. Кнут Д.Э. Информатика и ее связь с математикой. В кн.: Современные проблемы математики. М., Знание, 1977.
9. Кулик В.Г. Алгоритмизация объектов управления. Киев: Научова думка, 1968.
10. Кремянский В.И. Методологические проблемы системного подхода к информатике. М.: Наука, 1977.
11. Микулич Л.И., Цоспелов Д.А. Как эволюционируют диалоговые системы. — В кн.: Механизмы вывода и обработки знаний в системах понимания текста. Ученые записки Тартуского госуниверситета, 1983, Тарту, вып. 62Г.
12. Напалков А.В., Геллер В.С., Бирюков Б.В. Методологические вопросы кибернетического моделирования функций мозга. В сб. "Философские вопросы биокибернетики". М., 1969.
13. Напалков А.В. Системы условных рефлексов и механизмы формирования сложного целесообразного поведения. В кн.: Анализ ассоциативной деятельности головного мозга. М., изд. МГУ, 1972.
14. Напалков А.В., Целкова Н.В. Алгоритмический анализ творчества и автоматизация процесса проектирования. — В кн.: Теория проектирования и проблемы автоматизации проектной деятельности. Сборник Г.М.: Госстрой СССР, 1973.
15. Напалков А.В., Целкова Н.В. Элементы теории структурно-информационных многосуровневых организаций (теория СИМО) В кн.: Комплексные проблемы охраны окружающей природной среды и рационального использования природных ресурсов. М., 1976.
16. Напалков А.В., Целкова Н.В. Информационные процессы в живых организмах. М.: Высшая школа, 1974.
17. Напалков А.В., Целкова Н.В., Моисеев И.Ф. Эвристический анализ информационных структур. М., Энергия, 1975.
18. Напалков А.В., Целкова Н.В. К вопросу определения состояния исследования в области искусственного интеллекта. — Вопросы философии, 1978, №4.
19. Напалков А.В. Алгоритмы операций искусственного интеллекта. Вопросы философии, №4, 1978.
20. Напалков А.В., Целкова Н.В. К вопросу построения систем управления строительством. — В сб.: Теоретические и практические вопросы управления в строительстве на основе использования вычислительной техники и экономико-математических методов. М., изд. ЦНИПИАСС Госстроя СССР, 1979.

21. Напалков А.В., Целкова Н.В. Концепция супермультимеханизмов и построение интерактивных систем управления строительством. - Науч. тр. ЦНИИАСС, 1980, вып. 26.
22. Рубинштейн С.Л. Бытие и сознание. М., изд. АН СССР, 1957.
23. Смирнов С.Г. Симбиоз зрелых наук. Природа, 1975, №6.
24. Сильдмяэ И.Я. Действительность - текст - знания. - В кн. Механизмы вывода и обработки знаний в системах понимания текста. Ученые записки Тартуского госуниверситета, вып. 62I, Тарту, 1983.
25. Сильдмяэ И.Я. Познавательная структура знаний. - Computers and Artificial Intelligence, 1982, vol. 1, N 5 (pp. 389-390).
26. Тихомиров С.К. Искусственный интеллект и психология. М., Наука, 1976.
27. Тростников В.Н. Конструктивные процессы в математике. М., Наука, 1975.
28. Тютин В.С. Теория автоматического опознавания и гносеология. М., Наука, 1976.
29. Целкова Н.В. Принципы построения формального аппарата для изучения биологических систем. Тезисы докладов У конференции по нейрокибернетике. Ростов-на-Дону, 1973.
30. Целкова Н.В. Структуризация информационных систем в биологии. В кн.: Проблемы нейрокибернетики. Изд. АН СССР, том У, часть УI, 1974.
31. Целкова Н.В. Принципы построения целостной единой многоуровневой системы средств формального описания (ЦКМИСФО). - В кн.: Математическая теория биологических процессов. Калининград: Изд. АН СССР, 1976.
32. Целкова Н.В. Анализ информационных механизмов комплексной деятельности. - В кн.: Использование новых средств формального описания при решении проблемы охраны окружающей среды. Изд. ГКНТ СССР, 1980.
33. Целкова Н.В. Анализ информационных механизмов комплексной деятельности мозга. - В кн.: Физиологическая кибернетика. М., 1981.
34. Целкова Н.В. Закономерности взаимодействия систем условных рефлексов при осуществлении комплексной деятельности человека. Автореферат диссертации, М. 1982.
35. Целкова Н.В., Елишева М.В. Структурно-информационный анализ процесса раскрытия механизмов. В кн.: Комплексные проблемы окружающей природной среды и рационального использования природных ресурсов. М., Изд. ГКНТ СССР, 1976.

WAYS OF CONSTRUCTING SYSTEMS REALIZING SOME UNIVERSAL PRINCIPLES OF THINKING

N.Tselkova, N.Ryabtschikova

Summary

The authors studied some mechanisms which determine intuitive uncognized forms of human thinking. They demonstrate that underlying these mechanisms is a conversion of abstract information structures of a special type. The investigation of the principles of organization and interaction of these structures lead to the possibility of deriving as a result various forms of human intellectual activities, such as posing a problem, concept formulation, etc. It was also demonstrated that on the basis of this abstract system it is possible to define the information-structural foundations of the development of several branches of mathematics and thus to create premises for constructing an integral structure of the formal apparatus. The results were used in solving the problem of constructing Artificial Intelligence that will carry out information conversion at different levels (the levels of semantic, cognitive and information structures).

THE INTERACTION OF REALITY, LANGUAGE AND THINKING IN CONSTRUCTING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

A.Napalkov, L.Pragina

Summary

A method of investigating the mechanisms of intellectual activity is presented. It enables to overcome the difficulties that arise in the course of development of neurophysiology and psychology and guarantees the establishment of information mechanisms of the work of the brain. The authors consider the information mechanisms of perception, constructing of the information flows and speech communication established with the help of this method. The study of information problems arising during transforming the structures of intellectual activities into the structures of speech flow and cognitive activities of the recipient made it possible to discover complex information mechanisms which determine, in particular, the regularities considered in contemporary theoretical linguistics. The analysis of the importance of these data for solving the problem of constructing Artificial Intelligence is presented.

ВЗАИМОотношение действительности, языка и мышления при построении искусственного интеллекта

А.В.Напалков, Л.Л.Прагина

На современном этапе развития работ, связанных с построением искусственного интеллекта, возник ряд трудностей. В связи с этим появилась необходимость более полного привлечения сведений о механизмах работы мозга /1; 8; 10; 15; 24/. Видимо оптимальная стратегия развития исследований должна была бы предусматривать такую систему взаимодействия, при которой построение кибернетических моделей могло бы способствовать более глубокому анализу механизмов мышления человека, а изучение высшей нервной деятельности приводило бы к созданию надежной основы для построения "искусственного интеллекта" /1; 7; 8; 9; 10; 15; 24; 25/. Условия, необходимые для такого взаимодействия, начали, однако, складываться только в последние годы. Вплоть до последнего времени развитие психологии, физиологии, лингвистики не создавало серьезных предпосылок для построения эффективных кибернетических моделей /7; 8/. В результате развития нейрокибернетики были выявлены причины, приводящие к отсутствию возможности выявления информационных механизмов работы мозга /7; 12; 14; 15; 17; 30/. Было показано, что используемые ранее методические приемы исследования не могли привести к раскрытию алгоритмов, лежащих в основе высшей нервной деятельности. Вместе с тем отсутствие сведений о работе информационных систем приводило к возникновению серьезных трудностей. Основные функции работы мозга, как известно, неразрывно связаны с переработкой информации. В связи с этим использование имеющихся упрощенных систем представлений в этой области приводило к возникновению разрыва между изучением структуры и функции. В процессе нейрофизиологических исследований обычно удавалось установить только отдельные корреляции между осуществленным поведением и работой нервных центров. Оставались закрытыми пути к расшифровке организации целостных механизмов. В свою очередь при развитии психологии и лингвистики имело место изучение только системы внешних проявлений суммарных результатов работы большого количества информационных механизмов. Не создавалось предпосылок для глубинного анализа существа

явлений.

С целью преодоления указанных трудностей в наших исследованиях /5; 6; 7; 8; 12; 13/ были разработаны методические приемы, обеспечивающие выявление алгоритмов и информационных механизмов работы мозга. Такие методики были основаны на построении и использовании абстрактных моделей взаимоотношения внешней среды и организма.

Как известно, эта проблема была поставлена в свое время в работах И.М.Гельфанда и М.Л.Цетлина. Различие заключалось в том, что в наших исследованиях мы исходили из представления о наличии детерминированных, дискретных систем отношений в окружающей человека действительности.

Построение большого числа моделей, основанных на принципах теории вероятностей, с целью изучения явления обучения, распознавания образов на определенных этапах развития кибернетики, определялось главным образом наличием соответствующего развитого математического аппарата. Вместе с тем, как показали дальнейшие исследования, такие теоретические разработки не отражали действительной картины взаимоотношения внешней среды и организма и поэтому не могли стать основой для изучения механизмов работы мозга.

Попытки представления внешней среды в форме конкретных описаний реальной действительности на основе использования содержательных понятий также не решило проблемы. Было необходимо построение таких абстрактных систем, которые могли бы исключить все частные, несущественные для понимания основных процессов явления и в то же время обеспечили бы полное отражение всех особенностей взаимодействия среды и организма, предопределяющих организацию механизмов работы мозга.

Организация внешнего мира, предопределяющая мышление человека, включает /7; 12; 15; 30/ системы причинно-следственных связей и отношений между объектами типа взаимозаменимости, взаимного исключения, взаимного дополнения. Из таких компонентов складываются сложные организации. Их структура предусматривает присутствие систем структурно-информационных ограничений, которые определяют возможность работы алгоритмов /12; 13; 14/.

Большое значение имеет наличие в окружающей среде детерминированных закономерностей и законов, которые проявляются вовне только в форме большого количества различных по форме частных интерпретаций и не могут быть обнаружены че-

ловеком в процессе чувственного восприятия /23; 39/. Характерным является также возникновение во внешней среде в достаточной степени устойчивых ситуаций, которые определяют возможность формирования у человека частных, ситуационных программ поведения.

Наличие во внешней среде сложных форм организации систем законов по существу предопределяет сложную структуру информационных процессов, лежащих в основе восприятия информации, мышления и общения между людьми; таких явлений, как способность к самостоятельной постановке новых задач, переход от чувственного восприятия к выявлению существенных систем взаимосвязей между явлениями и событиями и т.д. /4; 21; 27; 28/.

Разработанная нами методика /5; 6; 7; 12; 13/ предусматривала построение абстрактных моделей взаимодействия внешней среды и человека, учитывающих все перечисленные особенности организации окружающего нас мира и позволяющих абстрагироваться от рассмотрения несущественных, маскирующих основной процесс, частных особенностей ситуаций. Исследование начиналось обычно с анализа реальных примеров творческой работы мозга человека. При этом выявлялись и представлялись в форме абстрактных схем основные условия внешней среды. Последние использовались при проведении аналитических экспериментов на специальных установках. Параллельно осуществлялся процесс теоретического анализа результатов опытов. Специфика методики определялась тем, что уже на первых стадиях проведения ориентирующих экспериментов выявлялись те трудности, которые возникали перед испытуемыми и осуществлялось формулирование комплекса информационных задач, определяющих работу мозга в тех или иных условиях. Далее на основе использования абстрактных схем взаимодействия среды и организма и представлений об информационных задачах осуществлялся анализ вновь выявленных в экспериментах фактов (закономерностей, правил работы мозга). Таким образом удавалось построить целостные схемы информационной деятельности, в которых была отражена роль каждого компонента и принципы их объединения в систему. Рассмотрение таких схем приводило к выявлению новых вторичных информационных задач, что в свою очередь обеспечивало раскрытие новых комплексов алгоритмов /7; 12/. Описываемая методика обеспечивала возможность перехода от установления отдельных корреляций, основанных на описании внешних, вторичных процессов, характе-

ризующих работу мозга, к полному раскрытию организации функциональных систем и целостных информационных механизмов. В частности использование таких методических приемов привело к выявлению системы взаимодействия организации внешней среды, мышления и языка. Было показано, что процессы восприятия и мышления оказываются детерминированными организациями внешнего мира. Наличие во внешней среде сложной организации предопределяет функционирование специальных механизмов, обеспечивающих возможность человека выявлять и использовать в своей деятельности "скрытые" закономерности внешнего мира, осуществлять новую адекватную постановку возникающих перед человеком задач, осуществлять распознавание тенденций в развитии событий /18; 19; 20/. При этом в процессе мышления используются не только информационные структуры, отражающие отношения между объектами и понятиями человеческого языка, но и абстрактные структуры специального типа /12; 13; 14; 15/. Решающее значение имеют процессы "порождения" структуры более высокого уровня частных интерпретаций, заполнения пустых мест одной из структур сигналами, формируемыми другой структурой и т.д.

Описанный выше метод был применен к анализу целостной системы речевого общения: формирования и восприятия потоков информации, их организации понимания смысла. На первом этапе исследования была определена основная структурно-информационная схема работы системы и выявлены информационные задачи, определяющие ее функционирование. Такая схема включает описание основных структурных единиц, определяющих мыслительную деятельность человека, формирующего информационный поток в форме речевого сообщения, передачу информации по каналам связи и работу системы воспринимающей информацию. Основные информационные задачи возникают в связи с тем, что передаваемая информация, являющаяся результатом мыслительной деятельности человека, имеет сложную многоуровневую организацию. Она содержит ряд порождающих структур, из которых строятся частные интерпретации, реализующие структуры и программы, которые могут заполнять присутствующие в них локусы. Так, например, речевое сообщение может содержать некоторые более общие идеи, для восприятия которых требуется реализация процесса понимания. При обучении учащегося в школе ставится цель выработать умение действовать в большом разнообразии ситуаций, например научиться решать задачи определенного класса. Восприятие информации

реципиентом представляет собой не простой процесс идентификации воспринимаемых слогов и отыскание их в внешнем "словарном запасе", а построение новых информационных структур достаточно высокого уровня. Уровень вновь формируемых моделей определяет степень "глубины" понимания и возможность для учащегося перехода от "зазубривания" материала к его сознательному усвоению.

Существо информационных задач, возникающих при передаче речевых сообщений, определяется тем, что передача информации по каналам связи не допускает непосредственного воспроизведения сложной структурной организации передаваемых сообщений. В связи с этим возникает целый ряд задач. 1. Задача представления сложной структуры сообщения, возникающего в результате мыслительной деятельности, в такую форму, в которой она может быть передана по каналам связи, т.е. в виде специальной системы кодов. 2. Задача восстановления структуры передаваемой информации на основе имеющихся у реципиента моделей различного уровня. При этом очень часто оказывается необходимым построение таких моделей, которые ранее отсутствовали у человека, воспринимающего информацию. В этом случае возникают сложные процессы формирования новых информационных структур, которые обычно определяются как "формирование нового знания". 3. Задача формирования такой организации информационного потока, которая, с одной стороны, может обеспечить и передачу всех типов структур мыслительной деятельности и любых видов взаимодействия между ними, а, с другой стороны, обеспечивает наилучшие условия для работы системы восприятия информации. Эти задачи были четко формально определены на языке теории структур /2; 3; II/.

Согласно основным принципам разработанной нами методики на основании использования абстрактной схемы представления структуры процесса и рассмотрения различных возможных способов решения определенных выше информационных задач было начато рассмотрение имеющихся экспериментальных данных, что привело к построению целостной схемы работы функциональной системы. Был дан анализ алгоритмов, обеспечивающих перевод структуры мыслительной деятельности в форму информационного потока. При этом были последовательно рассмотрены пути перевода таких структур и отношений как отношение порождающей и порождаемой структуры, реализующей и реализуемой структуры, а также различных их комбинаций и форм взаимодействия. При этом удалось прийти к выводу, что такой

процесс приводит к возможности теоретически вывести все основные принципы организации речевого потока, отдельные компоненты и их роль в системе, которые ранее были описаны в области лингвистики. Например, было определено функциональное значение в целостной системе таких компонентов как "подлежащее", "сказуемое", "определенное", "дополнение", правила построения предложения и т.д. Отличие достигнутого в данном случае результата от ранее созданной системы представлений в области лингвистики заключалось в том, что в нашей работе все компоненты системы и принципы их организации были теоретически выведены из рассмотрения системы более общего типа, определен их генезис, и построена целостная функциональная система. Такие результаты, как нам кажется, в значительной степени расширяют возможности лингвистики. Вместе с тем они хорошо согласуются с основными положениями концепции А.Е.Кибрика, которая тесно связывает лингвистику с анализом процесса мышления, признает необходимость более глубокого анализа функциональной значимости всех компонентов в рассматриваемой системе /9/. При изучении процесса восприятия информации и, в частности, восприятия речи, было обнаружено, что этот процесс предусматривает работу целого ряда алгоритмов. На первой фазе на основе специальных тестов в тексте выявляются компоненты, которые указывают на возможность привлечения тех или иных моделей реципиента различных уровней. Далее из этих моделей строятся частные интерпретации, которые объединяются в единое целое, выделяются специальные компоненты, служащие основой дальнейшего восприятия текста. В зависимости от результатов сравнения выделенных компонентов с текстом осуществляется или процесс дальнейшего использования созданных моделей для восприятия, либо их коррекция и построение новых моделей. При этом возможно привлечение новых компонентов системы или переход на более высокий уровень абстракции используемых моделей. После этого осуществляется повторное выделение активных компонентов для сличения модели восприятия и воспринимаемого текста.

Процесс восприятия текста усложняется за счет работы механизмов, которые обеспечивают соотнесение новой информации с системой целей и мотивов формирования поведения. При этом осуществляется сложный процесс изменения системы мотивов и целей в связи с характером вновь поступающих извне сведений. Изменение мотивов и определение доминирующей мотивации приводит в свою очередь к изменению тактик воспри-

ятия информации. В результате детального изучения механизмов, обеспечивавших это явление, была создана теоретическая модель. Конкретное описание участвовавших в этом процессе алгоритмов привело к выводу о достаточно сложной их организации /11/. При рассмотрении вопроса о структуре организации речевого потока наряду с возможностью теоретического вывода уже известных и определенных в области лингвистики компонентов были выявлены дополнительные принципы организации, которые играли ключевую роль в процессе восприятия. Оказалось, что речевой поток включает специальные компоненты, рассчитанные на то, что реципиент будет использовать их в качестве тестов для привлечения собственных моделей различного уровня. Далее удалось обнаружить компоненты, которые служили для обеспечения процесса проверки адекватности созданных моделей, а также компоненты, которые использовались для дальнейшего контроля адекватности восприятия в условиях, когда необходимые модели реципиента уже были созданы.

Описанные принципы организации информационных систем были подтверждены на основе использования теоретических схем для анализа реальной деятельности человека. В частности, было проведено исследование структурной организации художественных произведений и процесса их восприятия. Использование теоретических схем описываемого типа позволило понять принципы, используемые различными авторами в процессе создания рассказов и басен. В ряде случаев удалось понять, каким образом талантливым писателям удавалось воссоздать в сознании читателя нужные им образы и картины, которые невозможно было передать, используя простые формы организации текста.

Описанные результаты, как нам кажется, хорошо согласуются с основными положениями концепции И.А.Смилдыня /24; 25/ и в частности с развиваемой им системой представлений о соотношении действительности и процесса познания, роли познавательной структуры текста и ее отличии от синтаксической структуры, о формировании познавательной модели.

Изложенная в настоящем сообщении целостная структура механизмов информационной деятельности, как нам кажется, может быть использована для анализа результативности созданных в настоящее время технических систем искусственного интеллекта /26; 31/. Она указывает на то, что многие проблемы, которые возникали ранее в процессе поиска, в действительности не являются существенными при работе мозга чело-

века. Так, например, проблема множественности значения слов, которая возникает при использовании упрощенных моделей восприятия, связанных с процессом сличения "словарного запаса слов" и слов воспринимаемого текста, в действительности не играют роли в процессе работы мозга, так как человек создает систему прогнозов при восприятии и сравнивает активно создаваемые модели с компонентами речевого потока только по некоторым специально определенным компонентам. При работе такого механизма восприятия исчезают также трудности, связанные с переработкой больших объемов конкретной воспринимаемой информации.

Проведенная работа указывает на эффективность пути построения искусственного интеллекта, тесно связанного с изучением механизмов работы мозга. Другой путь, который основан на непосредственном создании технических систем и последовательном их усовершенствовании приводит к необходимости построения большого количества моделей, которые, в конечном счете, не обеспечивают развития теории информационной деятельности и теряют свою значимость в процессе дальнейшего развития науки. Естественно-научный подход к проблеме искусственного интеллекта /1; 8; 24/ имеет неоспоримые преимущества. Оказывается возможным разработка целостных функциональных систем, в которых удается определить роль каждого компонента и наметить пути построения теории общего типа. При решении практических задач такой путь может привести к возможности использования выявленных общих принципов не только при непосредственном создании искусственного интеллекта, но и при решении таких задач, как задача усовершенствования структуры и методов управления, задача рационального распределения функций между человеком и машиной при осуществлении интеллектуальной деятельности, задача повышения эффективности творческой деятельности человека в различных областях на основе использования вычислительной техники /13; 16; 20/.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров Е.А. Основы теории эвристических решений. Подход к изучению естественного и построение искусственного интеллекта. М.: Советское радио, 1975.

2. Булатова Г.В., Целкова Н.В. Алгоритмический анализ процесса восприятия. - В кн.: Проблемы нейрокибернетики, том V, Часть III. Изд. АН СССР, Москва, 1974.
3. Булатова Г.В., Целкова Н.В. Алгоритмы адаптации при формировании информационных потоков. - В кн.: Биоматематическая и медицинская кибернетика. Часть I. М.: Изд. АН СССР, 1974.
4. Брушлянский А.В. Психология мышления и кибернетика. М.: Мысль, 1970.
5. Воронин Л.Г., Напалков А.В. Методические приемы образования сложных систем двигательных условных рефлексов у животных. - Журн. высшей нервной деятельности, 1959, т. IX, вып. 5.
6. Воронин Л.Г., Напалков А.В. К методике изучения высшей нервной деятельности человека. - Докл. Академии наук РСФСР, 1960, № 2.
7. Воронин Л.Г., Напалков А.В., Целкова Н.В. Алгоритмический анализ работы мозга. М.: Изд. МГУ, 1982.
8. Воронин Л.Г. Искусственный интеллект в свете рефлекторной теории. - В кн.: Проблемы нейрокибернетики. Ростов-на-Дону: Изд. РГУ, 1979.
9. Кибрик А.Е. Лингвистические постулаты. - В кн.: Механизмы вывода и обработки знаний в системах понимания текста. Уч. зап. Тартуского гос. ун-та, вып. 621. Тарту, 1983.
10. Напалков А.В., Геллер Е.С., Бирков Б.В. Методологические вопросы кибернетического моделирования функций мозга. - В кн.: Философские вопросы биобибернетики. М.: изд. АН СССР, 1969.
11. Напалков А.В., Целкова Н.В., Булатова Г.В. Основные модели, лежащие в основе восприятия и передачи информации. В кн.: Вопросы нейрокибернетики. 1974. Том V, часть VI.
12. Напалков А.В., Целкова Н.В. Информационные процессы в живых организмах. М.: Высшая школа, 1974.
13. Напалков А.В., Целкова Н.В., Моисеев И.Ф. Эвристический анализ информационных структур. М.: Энергия, 1975.
14. Напалков А.В., Целкова Н.В. Элементы теории структурно-информационных многоуровневых организаций (теория СИМО). - В кн.: Комплексные проблемы охраны окружающей природной среды и рационального использования природных ресурсов. М.: Изд. ГИИТ СССР, 1976.

15. Напалков А.В. Алгоритмы операций искусственного интеллекта. - В кн.: Проблемы нейрокибернетики. М.: Изд. АН СССР, 1979.
16. Напалков А.В., Целкова Н.В. К вопросу построения систем управления строительством. - В кн.: Теоретические и практические вопросы управления в строительстве. М.: Изд. ЦНИИАСС, 1979.
17. Напалков А.В., Целкова Н.В. К вопросу определения стратегии исследования в области искусственного интеллекта. Вопросы философии, 1978, № 4.
18. Прагина Л.Л. Исследование алгоритмов при одном из классов распознавания образов. - В кн.: Материалы II Всесоюзной конференции по нейрокибернетике. Ростов-на-Дону, 1967.
19. Прагина Л.Л. Некоторые проблемы моделирования распознавания образов. - В кн.: Основные подходы к моделированию психики и эвристического программирования. Материалы симпозиума. Киев, 1968.
20. Прагина Л.Л. Информационные механизмы прогнозирования при анализе новых явлений и событий. - В кн.: Физиологическая кибернетика. Москва, 1981.
21. Пospelов Д.А., Пушкин В.Н. Мышление и автоматы. М.: Советское радио, 1972.
22. Пospelов Д.А. Семиотические модели: успехи и перспективы. Кибернетика. 1976, № 6.
23. Рубинштейн С.Л. Бытие и сознание. М.: Изд. АН СССР, 1957.
24. Сильдмяз И.Я. Действительность - текст - знание. - В кн.: Механизмы вывода и обработки знаний в системах понимания текста. Ученые записки Тартуского гос. университета. Тарту, 1983.
25. Сильдмяз И.Я. Познавательная структура знаний. - Computers and Artificial Intelligence, 1982, vol. 1, N 5 (pp. 389-390).
26. Слейгл Дж. Искусственный интеллект. М.: Мир, 1973.
27. Тихомиров О.К. Искусственный интеллект и психология. М.: Наука, 1976.
28. Тихомиров О.К. Структура мыслительной деятельности человека. - М.: изд. Московского университета, 1969.
29. Тростников В.Н. Конструктивные процессы в математике. М.: Наука, 1975.
30. Тухтин В.С. Теория автоматического опознавания и гносеология. М.: Наука, 1976.

ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОНИМАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА

С. Я. Фитиалов

В данной статье предпринята попытка сформулировать весьма общие теоретические и методологические принципы, относящиеся к лингвистической проблематике моделирования понимания естественного языка. На их основе обсуждаются некоторые трудности построения систем понимания. Рассматривается возможность построения системы понимания универсального типа, способной накапливать и использовать знания из любой предметной области. Статья ни в коей мере не претендует на какой-либо обзор существующих концепций или конкретных систем. Немногочисленные ссылки на имеющиеся точки зрения, исследования и результаты служат только для иллюстрации приводимых принципов.

1. Общие соображения

Задача моделирования понимания естественного языка в конечном счете состоит в описании языковой компетенции, обладая которой, машина (ЭМ) сможет адекватно понимать тексты на естественном языке. Содержательно адекватное понимание оценивается по адекватности реакций системы на воспринимаемые тексты.

Общепринято деление закономерностей системы языка на грамматические и семантические. Граница между грамматикой и семантикой довольно расплывчата и проводится разными исследователями по-разному, но следует признать, что основная грамматическая часть языковой системы на современном уровне исследований достаточно хорошо изучена (здесь и далее для определенности имеется в виду русский язык). Во всяком случае, вполне реально довольно полное описание основных грамматических закономерностей без учета осмысленности, на уровне отдельного предложения, для существенной части естественного языка. Заметим, что само понятие грамматики является достаточно точно определенным - это правила построения более крупных порций текста из менее крупных, в конечном счете - из словоформ. Здесь можно основываться на известных формальных теориях грамматик.

Что касается семантики, то здесь положение иное. Нет никакого, даже самого общего определения семантики, сравни-

мого по точности с определением грамматики - не стоит учитывать негативного определения: семантика это все то, что не грамматика, и определений, использующих неопределенные термины "смысл", "значение" и т.п. Но еще более важно то, что при любой приемлемой границе между грамматикой и семантикой имеет место гигантская разница между сложностью описания грамматики и сложностью описания семантики. Так, Ю.Д. Апресян пишет: "Имеется громадное число правил (по-видимому, десятки тысяч), характеризующих поведение отдельных слов в отдельных значениях, а иногда даже и в отдельных формах" (/1/, стр. 5). Возникает впечатление, что при попытке явного описания всей семантики естественного языка во всех вариантах его употребления мы можем продвигаться сколь угодно далеко, но не способны достичь устойчивого предела, исчерпания семантики в целом. Это наводит на мысль, что семантика естественного языка потенциально бесконечна так же, как потенциально бесконечно многообразие всех возможных проявлений человеческой деятельности вообще. Тем не менее очевидна у н и в е р с а л ь н о с т ь любого естественного языка, способность обеспечивать общение в любых сферах человеческой деятельности, в любых предметных областях.

2. Общий характер систем понимания.

Лингвистический принцип

Системы понимания естественного языка представляют собой действующие модели, модели в кибернетическом смысле. С самой общей точки зрения система этого рода представляет собой а в т о м а т, имеющий входной канал общения, по которому сообщаются входные тексты, и выходной канал общения, по которому выдаются выходные тексты. В любой момент времени система находится в некотором внутреннем состоянии, которое полностью определяет ее поведение в дальнейшем. Воспринимая входной текст, система может изменить свое внутреннее состояние.

Если говорить лишь о лингвистической проблематике, то следует считать, что у системы имеется только я з ы к о - в о й входной канал, по которому вводятся тексты на естественном языке. В принципе можно говорить и о других входных каналах, кроме языкового - зрительном, например. Но их учет выводит нас за границы собственно лингвистики. С другой стороны, их неучет может создать некоторые трудности, о чем будет говориться ниже, см. пункт 7.

Будем считать, что соблюдается следующий лингвистический принцип: состояние системы может меняться только сред-ствами языкового входного канала.

Заметим, что выходной канал может быть и неязыковым - например, по нему могут сообщаться команды для исполнения некоторых действий соответствующими устройствами (не на естественном языке).

Следует считать систему детерминированным автоматом в том смысле, что по входному тексту и текущему состоянию новое состояние и выходной текст определяются однозначно (если они вообще определены). Другими словами, поведение системы определяется функцией переходов (однозначным соответствием) Φ , которая по входному тексту T и текущему состоянию S определяет выходной текст T_I (он может быть и пустым) и новое состояние S_I : $\Phi(T, S) = (T_I, S_I)$. Эта функция может быть частичной, т.е. для некоторых T и S значение $\Phi(T, S)$ может быть не определено. Но если оно определено, то оно единственно.

Частным случаем таких систем являются системы, имеющие единственное состояние, которое не меняется при восприятии входных текстов. Назовем такие системы жесткими. Их поведение определяется функцией вида $\Phi(T) = T_I$. Такие системы имеют ограниченный интерес для проблемы моделирования понимания языка в целом, в универсальном смысле. Ниже, в пунктах 7, 8, 9, 10 будут приведены соображения, из которых следует, что надеяться на построение жестких систем понимания естественного языка можно только в очень ограниченных областях их применения.

3. Внутреннее понимание и его внешняя оценка

Изложенные соображения могут быть положены в основу самого общего определения понимания входного текста: система понимает текст T , находясь в состоянии S , если значение $\Phi(T, S)$ определено, и не понимает T в противном случае. Более содержательно: текст T понятен, если реакция системы на него определена однозначно (как внешняя реакция - выходной текст, так и внутренняя реакция - новое состояние). В общем случае один и тот же текст может пониматься в одних состояниях и не пониматься в других.

Это определение - чисто внутреннее для заданной системы (при заданной функции переходов Φ). В нем ничего не говорится о правильности, адекватности понимания. Правильность понимания - это внешняя оценка со стороны пользовате-

ля, формируемая им на основе наблюдений за выходными текстами. Конечно, вопрос об адекватности понимания очень важен - никому не нужны системы, ведущие себя "неправильно". Однако это вопрос не теории, а оценки теории. Вспомним известное замечание Н.Хомского /9/ применительно к грамматическим моделям: теория должна описывать возможные типы моделей, выбор же нужной нам, "правильной", адекватной модели - дело не теории, а практики. Конечно, мы вкладываем в создаваемые модели какие-то критерии правильности понимания, но при этом они становятся просто частью внутреннего критерия понимания.

4. Структура внутреннего состояния. Типы знаний

Для более содержательного обсуждения следует сделать предположения о структуре внутреннего состояния системы.

В работах по системам понимания уже давно используется термин знания - это весь запас информации, хранящийся в системе, который и определяет ее поведение. В дальнейшем мы будем говорить более привычно, называя внутреннее состояние системы и его отдельные компоненты знаниями.

В глобальных знаниях системы обычно выделяются отдельные части, компоненты, по некоторым их содержательным или формальным признакам.

По форме внутреннего представления знаний различаются процедурные - задаваемые в виде алгоритмов, процедур, программ, и декларативные - задаваемые в виде непроцедурных структур данных (таблицы, последовательности, деревья, сети, списки и т.п.) .

По содержательным соображениям различаются языковые знания - знания о структуре языка, и предметные знания - о мире, о его законах, о состоянии дел, о предметной области и т.п.

Эти типы знаний достаточно хорошо известны. Но на наш взгляд более общим и очень важным является различение следующих двух типов знаний.

Знания, которые не меняются никогда в процессе функционирования системы, т.е. задаются раз и навсегда, "на все случаи жизни", назовем жесткими (hard) , или H-знаниями. Меняющиеся знания назовем мягкими (soft) , или S-знаниями. Если все знания системы являются жесткими, то мы имеем жесткую систему, не меняющую внутреннего состояния.

Здесь уместно вспомнить о лингвистическом принципе и о внутреннем определении понимания.

Если система имеет только языковой входной канал, то входной текст, и только он, может изменить S-знания. В этом смысле система может "обучаться", меняя свое поведение путем изменения S-знаний. Но H-знания используются в неизменном виде при любых состояниях, и их по языковому каналу изменить нельзя. Другими словами, изменение понимания - это следствие изменения S-знаний, тогда как H-знания дают неизменный вклад в понимание при любых возможных S-знаниях, и в этом смысле могут быть названы универсальными.

Если лингвистический принцип не соблюдается, т.е. допускается изменение знаний помимо языкового канала, то деление на H-знания и S-знания теряет собственно лингвистическое обоснование.

Например, создатель системы может менять знания полностью или частично "хирургически", попросту говоря, заменяя алгоритмы - процедурные знания, т.е. перепрограммируя систему вручную, или же заменяя ее декларативные знания вручную. Типичное рассуждение создателя в таких случаях: "Что нужно, чтобы система поняла данный текст (или тексты данного типа), причем правильно? Вот это. Давайте вложим это в систему. Тогда все получится." При таком подходе уже нельзя говорить о единой автоматически функционирующей системе - имеется столько систем, сколько экспериментов. Входной текст сперва изучается человеком, затем он изменяет систему соответствующим образом, и она "правильно срабатывает". Так можно, конечно, поступать при экспериментах, стремясь найти универсальные H-знания, но вряд ли подобная "система" удовлетворит кого-либо как конечный результат.

Как представлять H-знания и S-знания: процедурно или декларативно? Этот вопрос, видимо, имеет мало отношения к лингвистической стороне дела и связан лишь с программистской технологией. Конечно, для эффективной программной реализации он очень существен.

Безусловно, в любой действующей системе какие-то процедурные знания должны быть - без алгоритмов, располагая только данными непроцедурного типа, система действовать не может. С другой стороны, полностью процедурное представление H-знаний или S-знаний, или тех и других, на практике нереально. Весь опыт современного программирования показывает, что для достаточно сложных алгоритмов обработки текстов любой природы реализация чисто процедурного типа не

является эффективной и в смысле объема программы и в смысле ее обозримости и простоты изменений при отладке и усовершенствовании. Как правило, строится комплекс процедур для значительно более общей задачи, который использует при своей работе в режиме интерпретации декларативную, непроедурную часть - данные, содержащие информацию об особенностях конкретной системы. Э.В. Попов пишет совершенно категорично: "... систем, имеющих только декларативное или только процедурное знание, не существует." (17/, стр. 157).

Заметим также, что граница между процедурными и декларативными знаниями не обязана совпадать с границей между Н-знаниями и S-знаниями.

5. Принцип жесткости языковых знаний

Чрезвычайно существенным является вопрос о соотношении языковых и предметных знаний, с одной стороны, и Н-знаний и S-знаний, с другой стороны. Здесь мыслимы четыре крайних случая.

Случай 1. Все языковые знания - это Н-знания, т.е. система обладает жесткой языковой компетенцией.

Случай 2. Все языковые знания - это S-знания, т.е. система может менять свою языковую компетенцию.

Случай 3. Все предметные знания - это S-знания, т.е. система может накапливать и изменять знания о мире и предметной области.

Случай 4. Все предметные знания - это Н-знания, т.е. система может работать только в жестко заданной предметной области.

Мыслимы и смешанные случаи: одна часть языковых (или предметных) знаний - это Н-знания, другая часть - это S-знания.

Наиболее интересно и перспективно рассмотрение случаев 1 и 3 одновременно. Именно эту ситуацию мы и будем иметь далее в виду. Чистый случай 2 или сочетание случаев 1 и 2 (для разных частей языковых знаний) предполагает обучение языковой компетенции через языковой канал. Но в этой области пока нет практических результатов, и думается, что такая задача имеет существенно другой порядок сложности, а может быть и вообще неразрешима (речь идет, конечно, об обучении исходному, первичному языку, а не новому). Случай 4 в сочетании со случаем 1 приводит к жестким системам.

Будем считать, что выполняется следующий принцип жесткости языковых знаний: языковые знания - то же самое, что Н-знания, т.е. предметные знания - то же самое, что S-знания.

6. Компоненты языковых знаний

В пределах языковых знаний можно выделить несколько компонент, которые целиком или частично присутствуют в имеющихся системах.

Во-первых, это правила образования текстов из конечного инвентаря элементов текста. Совокупность этих правил естественно назвать грамматикой. Сюда относятся словарно-морфологические правила (в том числе собственно словарь) и синтаксические правила, на основе которых определяется синтаксическая структура предложения. Характер этих правил достаточно хорошо известен.

Во-вторых, это отношения между текстами, на основе которых осуществляются преобразования, трансформации текстов. К ним относятся, например, синонимические преобразования, см. /2, 4/. Совокупность таких правил можно назвать синтаксической семантикой.

В-третьих, это правила, формулирующие закономерности и цели самого процесса общения. В конечном счете они должны обеспечивать взаимодействие входных текстов с имеющимися предметными знаниями; разрешать формальную неоднозначность текстов с учетом предметных знаний, чтобы обеспечить понимание; на основе предметных знаний отождествлять и различать части текста - например, при анафорических связях; изменять предметные знания под воздействием входного текста, т.е. менять внутреннее состояние системы. При их применении должны существенным образом использоваться трансформационные правила из второй компоненты, чтобы обеспечить приведение структуры входного текста к виду, допускающему поэлементное сопоставление с подструктурами предметных знаний. Эти правила должны также учитывать структурные характеристики входных текстов и предметных знаний, связанные с утверждаемостью тех или иных подструктур. Без этого учета невозможно, например, проводить логические и другие "содержательные" выводы. Правила этой группы условно назовем прагматическими. Они еще мало исследованы. Следует отметить, что по самому своему характеру, предусматривающему взаимодействие с предметными знаниями, они долж-

ны содержать в своем составе формальные параметры, переменные, соотносимые при применении правила с теми или иными частями предметных знаний.

Эти три компонента удобно считать и с ч и с л е н и я м и : они указывают, что можно делать, но не что и у ж н о делать при фактическом функционировании системы как детерминированного автомата. Их удобно представлять декларативно, но мыслимо и процедурное представление отдельных правил.

Четвертая компонента - это общие процедуры (алгоритмы) реализации функции переходов Φ на всех уровнях с использованием грамматического, трансформационного и прагматического исчислений. Именно они определяют, что н а д о делать, обеспечивают детерминированное поведение системы. Сюда относятся, например, процедуры выборки из словаря, процедуры морфологического и синтаксического анализа, процедуры выполнения трансформаций, процедуры взаимодействия с предметными знаниями. Для этой компоненты естественно процедурное представление, и ее можно назвать процедурной.

7. Характер предметных знаний

Под предметными знаниями с внутренней точки зрения мы понимаем все S -знания (см. принцип жесткости в пункте 5). Ввиду лингвистического принципа они должны вводиться в систему посредством входных текстов. Строго говоря, это утверждение не следует прямо из лингвистического принципа: мыслимо введение первоначальной порции знаний "хирургически". Однако представляет интерес рассмотрение предельного варианта, когда вначале S -знания пусты и система может понимать первые тексты только на основе жестких знаний. Мы не будем здесь обсуждать следствий, вытекающих из рассмотрения предельного варианта, ввиду ограниченности объема статьи, хотя они весьма существенны и интересны, см. /6/, где этот вопрос затрагивается. Коснемся только одного вопроса, возникающего при рассмотрении систем, начинающих свою работу с предельного варианта.

В этом случае S -знаниями следует считать только то, что может быть введено текстами на входном языке, т.е. то, что можно "рассказать". Здесь возникает тонкий вопрос: все ли знания, которыми человек пользуется при общении (не считая чисто языковой компетенции), допускают языковое выражение. Человек имеет и неязыковые каналы общения с окружаю-

шим миром, и не исключено, что некоторую существенную информацию, требуемую для языкового общения в адекватном смысле, он получает не на языке, и более того - что некоторую такую информацию и нельзя сообщить на языке вообще или каким-либо обозримым, эффективным образом. Этот вопрос практически не исследован, но следует осознавать такую возможность. С теоретической точки зрения такие знания должны вводиться в Н-компоненту заранее.

В различных реальных системах Н-знания различны, причем в некоторых системах S-знания отсутствуют. С нашей точки зрения это означает, что создатели этих систем имеют разное мнение о том, что такое языковая система (компетенция) и где проходит граница между языковой компетенцией и предметной компетенцией. Так, можно считать, что предложение "дважды два - четыре" русское (и это несомненно), а предложение "дважды два - пять" нерусское, "неправильное". Тогда следует сделать вывод, что законы арифметики входят в систему языка. Это, конечно, анекдотический пример. Можно сказать, что лучше считать оба эти предложения русскими, но первое из них истинно, а второе ложно. Однако как различается такая истинность и ложность - средствами Н-компоненты самой по себе или на основе предметных знаний об арифметике?

Выражение "круглый квадрат" считают обычно семантически аномальным. Другие примеры такого рода: "искренность восхищается Джоном", "Иван знает, что Нью-Йорк - столица США". Если эту аномальность мы фиксируем средствами Н-знаний, то при изменении "реального положения дел" (скажем, столицу США перенесли в Нью-Йорк), или при введении в некоторых областях знаний новых терминологических договоренностей, или при изменении старых договоренностей об использовании терминов, придется для сохранения адекватности менять Н-компоненту "хирургически". Конечно, мы не знаем предметной области, в которой бывали бы "круглые квадраты", но как быть, например, с современной алгеброй, где выражение "это кольцо - левый идеал" вполне осмысленно в подходящем контексте.

Одним из довольно распространенных методов введения семантических ограничений в Н-компоненту (даже в грамматику) является метод семантической категоризации. Например, выделяются классы слов "лицо", "действие", "свойство" и т.п., и на их основе формулируются условия правильности

текстов. Если "искренность" - это "свойство", а из правил известно, что "восхищаться" (и вообще осуществлять самостоятельное действие) могут только лица, то "искренность восхищается Джоном" - не русское предложение и не может стать русским ни при каких S-знаниях. Если такие правила введены в синтаксис (например, как семантические валентности), то оно оказывается даже грамматически неправильным (для системы, с внутренней точки зрения).

8. Принципы универсальности и относительности

Если иметь в виду наиболее общую теорию построения систем понимания, то следует принять методологический принцип универсальности: в N-компоненту следует вводить только такие знания, которые не зависят ни от каких содержательных предметных областей и которые обеспечивают понимание при любых известных или мыслимых предметных областях. Только при соблюдении этого принципа можно надеяться на успех в моделировании наиболее существенного свойства естественного языка - его универсальности.

Обычная "бытовая" предметная область, общая в основном для всех носителей языка в пределах одной нации, с лингвистической точки зрения не отличается от таких предметных областей, как физика, математика, техника, классическая логика (бывают и другие логики), или от какого-нибудь фантастического мира, от мира сказок и т.п. Описание какой-либо предметной области и введение ее в N-компоненту системы не должно считаться собственно лингвистической задачей. При построении частных информационных диалоговых систем это делается, но здесь мы имеем дело не с лингвистическим, а информационным обеспечением. То, что "бытовая" предметная область едина внутри данной нации и фиксирована в данный момент - это явление социальное, а не языковое. При резком изменении условий существования общества структура "бытовой" области может измениться (как, например, случается при социальных бедствиях или катастрофах). Однако общие законы языка, универсальные законы, в целом останутся теми же; если они и меняются, то неизмеримо медленнее, чем предметные области. Можно даже сказать, что общество стремится всеми силами сохранить общую структуру языка, чтобы не нарушилась основа понимания между людьми. Предметные же знания меняются довольно легко, и в некотором смысле развитие и прогресс общества как раз и состоит в

значительной мере в постоянном изменении этих знаний.

В связи со всем сказанным можно сформулировать еще один принцип, по-другому освещающий универсальность языковой системы. Это принцип относительности: для любого предложения, правильного формально-грамматически, можно найти такой контекст предметных знаний (объяснив его текстом), при котором это предложение становится осмысленным. Это, конечно, может быть не реально существующая предметная область, а вымышленная. Заметим, что никогда нельзя быть уверенным, что вымышленная ситуация не станет когда-нибудь реальной. При некотором навыке такие эксперименты всегда удаются.

Как вывод, получаем, что при построении глобальной системы понимания опасно вводить в H -компоненту системы что-либо, кроме самых общих формально-грамматических, неизменных, универсальных свойств слов и конструкций, т.е. вводить так называемые семантические характеристики, связанные с контекстом какой-нибудь предметной области, даже "бытовой".

9. Проблема введения предметных знаний

По поводу введения знаний в систему довольно четко высказывается Э.В.Попов (/7/, стр. 162): "... предполагается, что система общения имеет все знания, необходимые ей для выполнения процесса общения. При этом ... не будут затрагиваться вопросы о том, откуда эти знания появились." Здесь, правда, не уточняется, могут ли меняться предметные знания (видимо, именно они имеются в виду), т.е. являются ли они S -знаниями. Если нет, то речь идет о жесткой системе. Далее Э.В.Попов пишет: "Для полноты картины необходимо было бы описать язык внешнего представления знаний и процесса преобразования внешнего представления во внутреннее. Во избежание иллюзий о простоте указанного вопроса отметим, что его решение эквивалентно решению проблемы обучения, находящейся до сих пор в состоянии, весьма далеком от завершения". И далее: "По мнению автора, внешним языком (в пределе) должен быть естественный язык (как это имеет место у человека), так как в противном случае трудно рассчитывать на введение в СЕЯ (система с естественным языком - С.Ф.) достаточного объема знаний. При этом указанная проблема становится не только трудной, но и неразрешимой для СЕЯ с широкой или изменяемой предметной областью. Для си-

стем с достаточно ограниченной предметной областью введение знаний может быть осуществлено разработчиками СЕЯ в символических языках ...", т.е. "хирургически" по нашей терминологии.

Заметим, что мнение о "неразрешимости" указанной проблемы нам представляется преждевременным, тем более, что сам Э.В.Попов перед этим говорит о необходимости ("в пределах") как раз использовать естественный язык, на основе которого мы успешно решаем задачу обучения для людей.

Однако, даже ограничивая предметную область довольно узкими рамками (но не сужая ее до тривиальной), мы все же сталкиваемся с большой сложностью задачи введения предметных знаний теми методами, которые сейчас общеприняты и которые так ясно охарактеризовал Э.В.Попов.

Этот вопрос тесно связан с упоминавшимся в начале статьи феноменом "неисчерпаемости семантики". Ведь чем более тонко мы изучаем употребление слов и конструкций, тем больше мы описываем (неизбежно) явным образом свойства предметных областей. По существу лингвистическая семантика на таком пути может превратиться в глобальную науку, изучающую предметные области (что, конечно, само по себе интересно и полезно).

10. Принцип потенциальной бесконечности

Можно сформулировать следующий принцип потенциальной бесконечности: число возможных предметных областей, объем знаний, характеризующих нетривиальные предметные области, количество семантических правил, регулирующих употребление слов и конструкций в различных предметных областях — это потенциально бесконечные величины; при этом, пытаясь явно, заранее описать нужные правила, мы сталкиваемся с очень быстро растущими их объемом и сложностью.

Речь идет именно о п о т е н ц и а л ь н о й, а не актуальной бесконечности. Конечно, в любой момент времени запас всех знаний у отдельного человека и даже у всего человечества конечен, но он невообразимо велик. Более того, он склонен к неограниченному увеличению с развитием отдельных людей и с развитием всего общества в целом. Кстати, именно этим объясняются все более возрастающие информационные потребности, обеспечить которые без автоматизации информационного дела все труднее. Пределы увеличения запаса знаний связаны совсем не с лингвистическими факторами, а с физическими, материальными и социальными ограничениями.

Здесь можно провести аналогию с известным теоретическим тезисом Хомского, который (тезис) в свое время был не сразу понят и приводил к дискуссиям. Хомский /9/ постулировал бесконечность речевой совокупности (я з ы к а в его терминологии) и невозможность, вследствие этого, описать, задать ее конечным "корпусом" предложений. Речь шла только о грамматическом описании отдельных предложений. Возражения против этого тезиса основывались, в частности, на очевидном соображении, что множество всех предложений, когда-либо произведенных носителями любого языка, все же конечно. Однако только гипотеза о бесконечности позволила Хомскому создать удовлетворительную теорию формальных грамматик - конечных описаний бесконечных совокупностей предложений. Наш принцип потенциальной бесконечности касается семантики, но по существу он того же типа, что и "грамматический" тезис бесконечности у Хомского.

II. Заключение

Подводя общий итог нашему обсуждению, можно сказать так. Глобальная система понимания, кроме универсальной, не зависящей от предметных знаний, H -компоненты собственно языковых знаний должна иметь предметные знания в виде S -знаний, которые способны неограниченно возрастать и изменяться. Построение такой системы должно состоять только в построении H -компоненты. S -знания должны вводиться по языковому каналу. Начиная от пустых S -знаний, при которых понимаются только грамматически однозначные тексты, система должна иметь возможность расширять S -знания и понимать все больше и больше.

При таком подходе следует признать, что множество внутренних состояний системы бесконечно. Однако каждое состояние разлагается на неизменную конечную часть (H -компоненту) и неограниченную память (S -компоненту). В теории и практике формальных, искусственных языков такая ситуация является обычной. Так в MPI -автоматах (известное понятие из теории KC -грамматик и языков, частный случай машины Тьюринга) используется неограниченная память - магазин, содержимое которой влияет на поведение автомата. Число различных возможных конфигураций (в нашей терминологии - внутренних состояний), вообще говоря, бесконечно, если мы имеем дело с бесконечным языком, т.к. конфигурация включает в себя содержимое памяти, способной неограниченно увеличиваться. То

же верно и для машин Тьюринга общего вида.

Данную статью следует рассматривать не как проект еще одной системы понимания, а как попытку по возможности четче осмыслить накопленный опыт и предложить теоретический подход к данной проблеме, конечно, в весьма общих чертах.

Ввиду ограниченности объема статьи автор не имел возможности даже коснуться многих важнейших и трудных проблем, возникающих при построении систем понимания, например, проблемы разрешения неоднозначности на различных уровнях, организации алгоритма понимания с учетом возможности "комбинаторного взрыва неоднозначности", связи знаний с реальным миром (проблема референции), проблемы презумпции, анализа связного текста, характера внутреннего представления знаний и текстов, характера словарной информации и способа пополнения словарей, и многих других. Некоторые из этих вопросов и из вопросов, обсуждаемых здесь, затронуты в /3, 5, 6, 8/.

Автор ни в коей мере не хотел подвергнуть сомнению объективную научную ценность тех исследований, которые здесь критиковались с точки зрения предлагаемой концепции. Речь шла только о том, что при наших установках нужны другие методы.

Литература

1. Апресян Ю.Д. Лингвистические проблемы семантического анализа предложений естественного языка. - В кн.: Семинар проекта "ДИАЛОГ". Тезисы докладов. Тарту, 1982.
2. Апресян Ю.Д. Лексическая семантика. М.: Наука, 1974.
3. Ильин Г.М., Фиталов С.Я. Некоторые свойства и отношения для текстов. - В кн.: Лингвистические проблемы функционального моделирования речевой деятельности, вып. 3. Л.: 1976.
4. Падучева Е.В. О семантике синтаксиса. М.: Наука, 1974.
5. Панков И.П. Представление и использование знаний в системах искусственного интеллекта. - В кн.: Механизмы вывода и обработки знаний в системах понимания текста. Труды по искусственному интеллекту У.Тарту, 1983.
6. Панков И.П. Лингвистический подход к моделированию понимания речи. - В кн.: Общение: структура и процесс. М.: 1982.
7. Попов Э.В. Общение с ЭВМ на естественном языке. М.: Наука, 1982.

8. Фитиалов С.Я. Лингвистическая проблематика в задачах моделирования понимания естественного языка. - В печати.
9. Хомский Н. Синтаксические структуры. - В кн.: Новое в лингвистике, вып. 2. М.: ИЛ, 1962.

LINGUISTIC ASPECTS OF NATURAL
LANGUAGE UNDERSTANDING MODELLING

S.Ya.Fit'ialov

Summary

The author suggests some theoretical and methodological principles concerning general structure and functioning of the natural language understanding systems. These principles are:

- linguistic principle: internal state of the system can be changed only by an input text in natural language;
- hardness principle: language knowledge (competence) in the system is the "hard" component of the system state, i.e. it cannot be changed by an input text; world knowledge is the "soft" component, i.e. it can be changed by an input text;
- generality principle: the "hard" component doesn't depend on any world knowledge;
- relativity principle: for any text with correct grammatic structure there exists such world knowledge that the text appears to be semantically correct;
- potential infinity principle: the universe of the world knowledge spheres has a potentially infinite scale; it is impossible to describe explicitly and exhaustively even one sphere.

The last two principles are based on the idea that "semantic" characteristics of texts are closely associated with world knowledge, therefore the depth of a "semantic" analysis has no limit.

Some implications from these principles are discussed.

К ПРОБЛЕМЕ ОВЛАДЕНИЯ ГРАММАТИКОЙ ЯЗЫКА

Н.А.Валк

Одной из основных проблем психолингвистики является проблема овладения языком в детстве. Несмотря на наличие объемных экспериментальных исследований, дневников наблюдений за развитием детей, описательных и обобщающих работ, эта проблема далека от решения. Лингвистика считает язык сложнейшей системой, и доказательством тому служат академические грамматики, многотомные исследования и описания разных языков. Казалось бы, сложность языковой системы должна определять и характер овладения языком. И это действительно так, когда речь идет об изучении иностранных языков. Овладение новой лексикой и правилами, запоминание всех или хотя бы основных исключений из правил никогда и никому не давалось без труда. Сложность овладения иностранными языками породила необходимость создания целой научной области — методики преподавания иностранных языков.

Совершенно другая картина предстает при наблюдении за овладением первым, родным языком. "Умственные способности ребенка во многих отношениях, видимо, ограничены, и тем не менее он овладевает исключительно сложной структурой родного языка всего за какие-нибудь три или четыре года" / II:85/ .

Сравнительная легкость овладения родным языком удивляла человечество с древних времен. Как могут дети, не имея представления о формах глагольного времени, количестве падежей, типах спряжения и склонения, правильно ими пользоваться? Этот и подобные вопросы породили множество вариантов ответов. Например, представители американской психолингвистической школы Н.Хомский и Дж.Миллер выдвинули гипотезу о наличии врожденных умений, согласно которой овладение языком представляет собой процесс реализации генетически передаваемой лингвистической информации. Бесспорно, правила употребления языковых форм не содержатся прямо в языковом материале, при овладении родным языком они не преподаются ребенку, но "любой ребенок может одинаково

свободно овладеть (как родным) языком любой структуры" /4:9/. Сторонники названной теории считали, что универсальные правила языка передаются биологически, и у них "процесс овладения языком свелся к взаимодействию этих врожденных умений и усваиваемого материала" /6:9/. Теория Хомского-Миллера получила большое распространение в зарубежной науке и некоторую поддержку таких видных ученых, как Д. Слобин, Ю. Галантер, К. Прибрам, Дж. Грин, М. Гаррет и других. Советские исследователи критически оценили идею врожденных знаний /4,5 и др/.

Долгое время в советской и зарубежной литературе была общепринятой теория имитационного, подражательного характера овладения языком, но в последние годы появилось много психолингвистических работ, которые "дают серьезные основания считать генерализацию, а не имитацию центральным процессом овладения речью" /3:195/. Языковое развитие человека начинается с накопления словаря и грамматических правил. Усвоение грамматики не завершает языкового развития человека, хотя, как принято считать, завершает процесс овладения языком. Языковое развитие человека продолжается всю жизнь, так как в течение всей жизни пополняется его словарь (правда, с разной скоростью в разные периоды жизни).

В отечественной и зарубежной литературе имеется много исследований, посвященных проблемам развития словаря и значения слов в онтогенезе. Значительно меньше исследований об усвоении грамматики. Эту ситуацию можно объяснить, вероятно, тем, что грамматика считается областью языкознания, а овладение родным языком не сводится к усвоению описываемых лингвистикой явлений, т.е. заучиванию надежных форм, склонения, спряжения и т.д.

Одной из первых отечественных работ, посвященных овладению грамматикой, было исследование А. Левоневского, опубликованное в 1909 году. Автор проанализировал употребление в речи ребенка отдельных морфологических категорий и определил порядок их появления: 1) существительные и местоимения; 2) глаголы; 3) отрицательная частица НЕ; 4) наречия места и числительные; 5) падежи существительных; /5/. Н.А. Рыбников считал, что первыми в речи ребенка появляются глаголы, затем следуют прилагательные, позднее личные местоимения и числительные /10/. Наиболее подробным описанием последовательности появления грамматических форм в речи

ребенка является труд А.Н.Гвоздева, но цель своего исследования автор видел не в разрешении самой проблемы овладения языком, а считал, что "привлечение данных детского языка может оказать значительные услуги в деле изучения русского языка" /2:9/ .

Ф.А.Сохин, высоко оценив полноту и тщательность исследования А.Н.Гвоздева, отмечал, что анализ овладения ребенком грамматическим строем языка при таком подходе обречен на односторонность /12/. "Осуществление лингвистического подхода к детской речи (к грамматическому её развитию, в частности) имеет своим результатом каталогизацию отнесенных к определенным возрастным периодам языковых фактов. При лингвистической классификации фактов детской речи мы, по существу, имеем дело с отнесённой к определённом возрастному периоду системой языковых категорий, а не с речью ребёнка, не с закономерностями овладения и владения ребёнком этими средствами" /12:4/. Выступая за психологизм исследования грамматики детской речи, Ф.А.Сохин считал основным не выявление того, "какими языковыми средствами пользуется ребенок на том или ином этапе, но, главным образом, того, как он ими овладевает и как пользуется в процессах выражения и понимания мыслей, каковы закономерности овладения и использования" /12:4/.

Но даже возникновение психолингвистики, объединившей смежные проблемы психологии и языкознания, не обеспечило необходимого объединения сил ученых этих двух направлений в исследовании овладения ребенком грамматикой языка. Дж. Грин в заключении книги "Психолингвистика" высказала надежду и веру в то время, когда "...психологи и лингвисты объединят свои усилия и создадут теорию, адекватно описывающую все аспекты человеческого языка" /II:332/. Не отрицая заслуг молодой, но уже достаточно авторитетной науки - психолингвистики, следует отметить, что перевод грамматических единиц на язык психологии оказался и для нее слишком сложным.

Сложившуюся ситуацию можно объяснить, вероятно, односторонностью подхода к функциям грамматических средств языка. Традиционно за ними признается роль единиц, соединяющих слова в предложение. Однако языковой знак как лексический, так и грамматический является прежде всего средством отражения действительности. Обращение к языку детей через отражённую в нем действительность и изучение путей, способов и последовательности отражения позволило бы преодолеть разрыв

между лингвистикой и психологией в проблеме онтогенеза грамматики. Потому в последние годы все чаще и убедительнее стало высказываться перспективное, на наш взгляд, мнение о необходимости исследования грамматических средств как системы знаков, замещающих в речи отдельные стороны предметной действительности. Подобного рода мысли появлялись в литературе и раньше, но в силу своей новизны и нестандартности остались за пределами центральных тем, исследовавшихся в те годы. Так, например, уже в 1955 году Ф.А.Сохин пришел к выводу, что грамматические средства начинают появляться там, "где опора на предметную ситуацию затруднена. Это показывает, что овладение грамматическими средствами, точнее, грамматическое оформление высказывания определяется необходимостью выражения и понимания мыслей без опоры на предметную ситуацию в конкретных условиях речевого общения" /12:13/. Следовательно, грамматика заменяет то, что может раскрыть наглядная ситуация, т.е. заменяет воспринимаемые наглядно отношения предметов. В исследовании А.М.Шахнаровича находим: "...в начале овладения формами слов последние функционируют в речи, будучи связаны с действительностью "прямо", непосредственно, т.е. ребёнок ищет в морфеме сначала буквальное отражение некоторой части действительности" /13:196/ "Ребенок переносит отношения предметов на отношения в языке (отношения форм) и требует логики и прямого отражения первых во вторых" / 13:204/ .

Когнитивное развитие ребёнка протекает на основе познания двух систем отношений реального мира, которые отражаются в языке. На уровне действительности и мышления эти системы были выделены и исследованы Н.Н.Поддъяковым. "В объективной действительности, — писал он, — можно выделить две системы отношений между предметами. В первой системе предметы выступают как известные качественные определённости, характеризующиеся признаками, выражающими их собственную природу. Вторая система — это система особых отношений между предметами, возникающих в сфере человеческой деятельности. ...предметы и явления, включаясь в систему деятельности, становятся элементами её предметного содержания и выступают уже в качестве цели, условий, средств и т.д." / 7:69/. Способы выражения названных систем на языковом уровне исследуются в настоящее время в Лаборатории искусственного интеллекта Тартуского госуниверситета, членом которой является и автор статьи. Предполагается, что язык как средство отра-

жения действительности в пределах познанных человечеством связей реального мира осуществляет это отражение лексическими и, главным образом, грамматическими средствами /9/. Попыткой экспериментальной проверки теоретических положений было создание системы понимания текста "Датум" /10/. Обнадеживающие результаты работы системы подтвердили правильность гносеологического подхода к моделированию языка и позволили психологически интерпретировать считавшиеся до последнего времени "чисто" лингвистические данные детской речи.

Как приходит ребенок к употреблению грамматики, т.е. к выражению в речи познавательных связей? Известно, что первые предложения ребенка однословны, а следующие за ними первые двусловные предложения не содержат языковых средств выражения отношений между называемыми предметами. Однако первые двусловные предложения не представляют собой простую номинацию двух отдельных объектов, а, употребляясь рядом, указывают на связь между этими объектами. Грамматические средства не используются потому, что "опора на непосредственно воспринимаемое объективное отношение обуславливает возможность опускания языкового средства выражения этого отношения" /12:12-13/. Начиная говорить, ребенок уже понимает многие реальные связи, но сам пользуется в речи наглядным контекстом. Он говорит "Мяч стол" и рукой показывает на то, что выражает грамматическая форма ПОД...ОМ. В процессе развития ребенку все чаще и чаще приходится пользоваться словом для обозначения предметов, находящихся вне поля зрения, и такое употребление слов в их связях приводит ребенка к необходимости языкового выражения связей, т.е. употребление грамматических форм. Резкое усложнение символического способа репрезентации действительности начинается с момента выражения в языке видимых в реальной действительности отношений объектов. Как воспринимаемому объекту соответствует в языке слово, называющее этот объект, так и каждому типу связи между объектами соответствует грамматическая форма выражения. Усвоение грамматики представляет собой процесс усвоения языкового выражения этих отношений. Осознав, что воспринимаемое может быть названо, ребенок хочет дать название всему воспринимаемому, а, с другой стороны, все называемое пытается образно представить. Имея опыт такого взаимодействия с объектами, отдельными признаками и комплексами ощущений, т.е. называя их и спрашивая их название, ребенок точно

так же подходит к воспринимаемым связям предметов — он желает их выразить в языке. Усвоенная связь генерализуется и закрепляется в памяти как грамматическая регулярность.

Поскольку усвоение грамматики — это усвоение языкового выражения реальных связей объектов, то этот процесс направляется и постоянно корректируется практической деятельностью. Здесь проявляется тесная взаимосвязь действенно-образного и символического уровней репрезентации опыта.

Необходимо также отметить, что обучение родному языку не включает специального обучения грамматическим правилам. Дети проявляют необычайную восприимчивость к различного рода регулярностям, что требует сопоставления, выделения, отождествления различных элементов. Эти процессы включаются в контекст развития не только при усвоении грамматических правил, но проявляется уже на первых ступенях овладения речью. Первые диффузные слова представляют собой не что иное, как результат обобщения по одному признаку нескольких объектов и сведения их под одно название. При формировании первых грамматических правил ребенок уже имеет достаточный опыт обобщения основных связей, и поэтому основу овладения грамматикой следует искать на более ранних этапах онтогенеза речи. Рассмотрение усвоения грамматики как явления внезапно возникающего, приводит к необходимости утверждения врожденного, мистического, загадочного характера этого явления.

Следовательно, необходимые для усвоения грамматической стороны речи формы обобщения, сопоставления и выделения проходят этап серьезного апробирования уже на уровне диффузно-конкретного развития значения слова, при усвоении грамматики их применение расширяется и углубляется.

Приведенные факты позволяют предположить, что за усвоением грамматики стоит усвоение системы языкового выражения познавательной структуры, которая, являясь основой речевой и мыслительной деятельности, представляет собой ролевую систему реальных отношений объективной действительности. Представляется, что задача психолингвистики состоит в первую очередь в разработке ролевой грамматики, которая необходима для создания систем автоматического перевода, методики преподавания иностранных языков, а также для выяснения закономерностей когнитивного и языкового развития человека.

Литература

1. Выготский Л.С. Избранные психологические исследования: Мышление и речь. Проблемы психологического развития ребенка. — Изд-во Акад. пед. наук РСФСР, М., 1956. — 519 с.

2. Гвоздев А.Н. Вопросы изучения детской речи. - М., 1961.
3. Левоневский А. Материалы к вопросу о психическом развитии ребенка. - Русская школа, 1909, № 3, 1911 № 5-6.
4. Леонтьев А.А. От редактора. - В кн.: Д.Слобин, Дж.Грин. Психоллингвистика. М.: Прогресс, 1976.- с.5-16.
5. Лурия А.Р. Научные горизонты и философские тупики в современной лингвистике. - Вопросы философии, 1975, № 4.
6. Лурия А.Р. Язык и сознание. - М.: Изд-во МГУ, 1979.
7. Поддъяков Н.Н. Мышление дошкольника. - М.: Педагогика, 1977.
8. Рыбников Н.А. Язык ребенка. - 2-е изд. - М.-Л., 1926.
9. Сильдмяэ И.Я. Гносеологическая структура текста и знаний. - В кн.: Уч. зап. Тартуского государственного университета: Семантика и представление знаний: Труды по искусственному интеллекту II. Тарту, 1980.- с.108-117.
10. Сильдмяэ И.Я. Действительность - текст - знания. - В кн.: Уч. зап. Тартуского государственного университета. Механизмы вывода и обработки знаний в системах понимания текста. Труды по искусственному интеллекту. Тарту, 1983. - с.118-135.
11. Слобин Д., Грин Дж. Психоллингвистика. М.: Прогресс, 1976.
12. Сохин Ф.А. Начальные этапы овладения ребенком грамматическим строем языка. - М., 1955.
13. Шахнарович А.М. Психоллингвистические проблемы овладения общением в онтогенезе. В кн.: Ю.А. Сорокин, Б.Ф. Тарасов, А.М. Шахнарович. Теоретические и прикладные проблемы речевого общения. М.: Наука, 1979.- с.174-233,

ON MASTERING THE GRAMMAR OF LANGUAGE

N. Valk

Summary

The author suggests gnoseological consideration of grammar ontogenesis from the standpoint of cognitive approach to modelling natural language understanding that is being developed in AI Laboratory of Tartu State University. Grammar mastering presents itself as a process of mastering (in the form of natural language) of cognitive structure. That structure underlying speech and mental activity reflects the role relations of objects in reality cognized by the child. The author suggests psycholinguists to direct their energies to the creation of cognitive grammar.

ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ СТРУКТУР РАЗЛИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ

Величко И.В., Ефимова С.М.

В настоящее время активно развиваются исследования по таким моделям представления знаний как: сетевые, реляционные и бинарные модели. Каждая из указанных моделей представления знаний обладает своими преимуществами и недостатками.

Структурная организация сетевой модели позволяет адекватно отображать знания о сложных объектах предметной области. Но априорная фиксация путей информационного поиска ведет к снижению гибкости системы [1 - 4].

Реляционная же модель, в основе которой лежит математический аппарат теории отношений, делает систему гибкой. Но при нормализации отношений нарушается семантика отображения сложных объектов предметной области [2, 5 - 8].

Бинарная модель вызывает интерес тем, что при помощи бинарных отношений без особых трудностей можно представить любую модель данных, независимо от ее сложности. В бинарной модели определены попарные связи между элементарными объектами, а сложные объекты определяются как совокупность элементарных, что упрощает отображение предметной области. К недостаткам бинарной модели следует отнести необходимость описания большого количества объектов предметной области [9 - 11].

Естественен все возрастающий интерес к сопоставлению этих моделей и стремление к созданию модели, обладающей достоинствами каждой. С этой точки зрения рассмотрим модель П-графов [12, 13].

Сравнительный анализ модели П-графов с бинарной, реляционной и сетевой моделями проводится в статье на уровне структур данных.

Описание структур данных модели П-графов

Структурной единицей модели П-графов является

П-граф. В модели определены три вида П-графов: прямые, обратные и обобщенные. При построении модели семантика предметной области отражается разработчиком в формиро-

нии прямых Π -графов. Обратные и обобщенные Π -графы являются производными понятиями от прямого Π -графа. Совокупность обратных Π -графов и совокупность обобщенных

Π -графов находятся во взаимно-однозначном соответствии с совокупностью прямых Π -графов. Среди множества прямых Π -графов выделяется базисное множество [12], остальные называются небазисными. Далее, если это не будет вызывать двусмысленности, прямые Π -графы называются просто Π -графами.

Каждый Π -граф является совокупностью однородных элементов с наборами меток и описывается формулой

$$S_t = \langle \Delta_t, \{ \langle l_{tk}, N_{tk} \rangle \}_k \rangle \quad (1)$$

Графически Π -граф может быть представлен в виде "паука". Где имя "тела паука" соответствует имени Π -графа и обозначено в формуле (1) как Δ_t . Имя "лапы паука" соответствует конкретному значению Π -графа и обозначено в ф-ле (1) как l_{tk} ($k = 1, 2, \dots, n$, где n - число лап). Набор меток $N_{tk} = \{ \langle n_j, \{ n_{ji} \}_i \rangle \}_j$ фиксирует связи между значениями Π -графов следующим образом: значение

l_{tk} зависимого Π -графа S_t наследует собственные метки $\langle n_j, n_{ji} \rangle$ i -х значений j -х базисных Π -графов, от которых оно зависит.

Граф зависимости Π -графов представляет собой направленный граф, вершинами которого являются Π -графы

S_t , а ребра указывают направление наследования меток. Обратный Π -граф описывается формулой

$$S_t^{-1} = \langle n_t, \{ \langle n_{tk}, M_{tk} \rangle \}_k \rangle \quad (2)$$

Где n_t - имя обратного Π -графа S_t^{-1} соответствует метке имени Δ_t прямого Π -графа S_t ; n_{tk} - конкретное значение обратного Π -графа S_t^{-1} соответствует собственной метке конкретного значения l_{tk} прямого Π -графа S_t ; $M_{tk} = \{ \langle n_j, \{ l_{ji} \}_i \rangle \}_j$ - соответствует набору меток $\{ \langle n_j, l_{ji} \rangle \}$ обратного Π -графа и состоит из набора совокупностей значений l_{ji} Π -графов S_j ; которые наследуют собственную метку $\langle n_t, n_{tk} \rangle$ значения l_{tk} прямого Π -графа S_t .

Обобщенный Π -граф описывается ф-лой

$$S_t^{ob} = \langle \Delta_t, \{ \langle l_{tk}, N_{tk}, M_{tk} \rangle \}_k \rangle \quad (3)$$

и включает в себя описание прямого и обратного Π -графа.

На множестве всех Π -графов, описывающих предметную область, введены теоретико-множественные операции. Причем, наборы N_{tk} , M_{tk} , определяющие двусторонние связи между значениями Π -графов и определяющие семантическую сеть представления знаний о предметной области, являются теми множествами, на которых по сути и определены операции алгебры Π -графов.

Сравнение структур Π -графов
со структурами бинарных моделей

В бинарной модели структуры данных представлены в виде множества типов однородных атомарных объектов, которые являются значениями типов, и связей между конкретными значениями двух типов. Диаграммы связей между типами отражают наличие возможных связей между объектами этих типов.

Соответствие между структурами данных модели Π -графов и структурами данных бинарной модели устанавливается следующим образом. Имени Π -графа Δ_t ставится в соответствие имя t -го типа. Конкретному значению Π -графа l_{tk} соответствует значение t -го типа. Наборы меток $\{N_{tk}\}_k$ и $\{M_{tk}\}_k$ представляют собой множества по j

$$N_{tk} = \{ \langle n_j, \{n_{ji}\}_i \rangle \}_j$$

$$M_{tk} = \{ \langle s_j, \{l_{ji}\}_i \rangle \}_j$$
(4)

взаимнообратных попарных связей между значениями t -го Π -графа и значениями j -го Π -графа.

А именно: наследуемая метка $\langle n_j, n_{ji} \rangle \in N_{tk}$ при k -м значении l_{tk} t -го обобщенного Π -графа $S_t^{\text{об}}$ (см. формулу 3) указывает на бинарную связь с i -м значением l_{ji} j -го Π -графа S_j , направленную следующим образом $l_{tk} \rightarrow l_{ji}$; наследуемая "метка"

$\langle s_j, l_{tk} \rangle \in M_{tk}$ при i -м значении l_{ji} j -го обобщенного Π -графа $S_j^{\text{об}}$ (см. формулу 3) указывает на бинарную связь с k -м значением l_{tk} t -го Π -графа S_t , направленную следующим образом $l_{ji} \rightarrow l_{tk}$.

В бинарной модели этим попарным связям между значениями i -го и j -го Π -графов соответствуют связи между значениями i -го и j -го типов. Выше сказанное дока-

зывает, что модель Π - графов является бинарной.

Отметим, что структурная организация бинарной модели Π - графов обладает преимуществами перед соответствующими бинарными моделями.

Компактная запись связей между значениями Π - графов, описанная формулой 4, позволяет сократить объем служебной информации при бинарном моделировании знаний о предметной области. Кроме того, связи Π - графов, выраженные наборами меток, образуют множества, над которыми можно производить теоретико-множественные операции. В то время как в существующих бинарных моделях связи между значениями типов не играют самостоятельной роли.

Сравнение структур сетевой модели со структурами модели Π - графов

Структуры данных сетевой модели типа КОДАСИИ представлены в [3] такими понятиями как запись, набор, область. В [14] дано формализованное определение структур сетевой модели, которое мы и будем использовать в статье. Запись является агрегатом n -порядка ${}^n A_g$.

Агрегат n -порядка определяется по индукции.

Агрегатами 0 -порядка ${}^0 A_g$ называются элементы данных, идентификаторы экземпляров записи и идентификаторы элементов агрегата. Агрегаты 0 -порядка, соответствующие идентификаторам, называются базисными.

Агрегатом n -порядка называется кортеж агрегатов, порядок которых не превосходит $n-1$ и хотя бы один агрегат имеет порядок $n-1$. Первый член кортежа a - базисный агрегат 0 -порядка.

$${}^n A_g = \langle {}^0 A_g, \{ {}^1 A_g, \dots, {}^m A_g \} \rangle$$

где $j_i \leq n-1$

Набору соответствует структура 1 -порядка ${}^1 Stz$.

Структура n -порядка определяется индуктивно.

Структурой 0 -порядка ${}^0 Stz$ называется агрегат n -порядка, соответствующий записи.

Структурой n -порядка называется кортеж структур, порядок которых не превосходит $n-1$, причем существует хотя бы одна структура, порядок которой равен $n-1$. Первый член кортежа a всегда ${}^0 Stz$.

$${}^n Stz = \langle {}^0 Stz, \{ {}^1 Stz, \dots, {}^m Stz \} \rangle$$

где $j_i \leq n-1$

Схема сетевой модели данных представляется структурой n -порядка.

В [14] показана эквивалентность структур данных сетевой модели и структур данных модели Π -графов.

Кратко опишем отображение структур сетевой модели в Π -графы.

Агрегату n -порядка ставится в соответствие сеть Π -графов, граф зависимостей которых представляет собой дерево, длина каждой ветви этого дерева не превосходит $n+1$, причем существует ветвь длины $n+1$. (Листья соответствуют небазисным Π -графам, а остальные вершины - базисным). Отметим, что базисные агрегаты 0 -порядка отображаются в базисные Π -графы, а небазисные агрегаты 0 -порядка отображаются в небазисные Π -графы. Пробразом одного Π -графа является совокупность однотипных агрегатов 0 -порядка. Π -граф, являющийся образом базисного агрегата 0 -порядка, который представляет совокупность идентификаторов экземпляров записи $'Ag : \{ 'Ag_k \}_k$, называется *записным*. $'Ag_k$ соответствует здесь k -му значению записного Π -графа.

Структура n -порядка $'Stz$ представляется сетью структур 0 -порядка и отображается на сеть записных Π -графов. Сеть записных Π -графов можно рассматриваться как агрегированную сеть всех Π -графов, на которые отображается структура n -порядка. Вершиной графа зависимостей агрегированной сети Π -графов является корень древовидного графа зависимостей Π -графов, соответствующих структуре 0 -порядка.

Модель Π -графов является бинарной, поэтому ее структуры значительно проще сетевых. При отображении в структуры сетевой модели Π -графу ставится в соответствие структура 0 -порядка (запись), которая является агрегатом 2 -порядка.

$$\begin{aligned} S_t &= \langle S_t, \{ \langle \ell_{tk}, N_{tk} \rangle \} \rangle \rightarrow 'Stz = \\ &= \langle 'Ag, 'Ag_N \rangle = \{ \langle 'Ag_k, 'Ag_{Nk} \rangle \}_k \end{aligned}$$

k -му значению Π -графа S_t ставится в соответствие агрегат 0 -порядка $\langle S_t, \ell_{tk} \rangle \rightarrow 'Ag_{Nk}$; набору меток при k -м значении - агрегат 1 -порядка $N_{tk} \rightarrow 'Ag_{Nk}$.

Граф зависимостей Π -графов отображается в структуру n -порядка сетевой модели.

Как было показано при отображении структур, знания о сложных объектах, представленных структурами сетевой модели, описываются совокупностью Π -графов. В модели Π -графов.

на множестве всех подмножеств Π -графов определена алгебра [12, 13]. Таким образом, представление сетевых структур Π -графами дает возможность рассматривать их как множество, на котором введены алгебраические операции, позволяющие осуществлять более глубокий информативный поиск.

Сравнение со структурами реляционной модели

Структуры данных реляционной модели представляются демунами D_1, \dots, D_m и определенными на них n -арными отношениями $R = (R_1, \dots, R_n)$.

Соответствие структур сетевой модели типа КОДАСИИ и структур реляционной модели показано, например, в [2], где реляционная модель Кодца рассматривается как нормализация кодцаслевских сетевых структур. При представлении сетевых структур ненормализованными отношениями записям ставятся в соответствие отношения, неприведенные к первой нормальной форме. Если запись представляет собой агрегат n -порядка, то структура соответствующего отношения представляет собой дерево, у которого существует ветвь максимальной длины n , а листья являются простыми атрибутами. Наборам ставятся в соответствие совокупности ненормализованных отношений. При этом в отношения, соответствующие записям-членам, вводится ключевой атрибут отношения, соответствующего записи-владельцу.

Соответствие между структурами данных реляционной модели и структурами данных модели Π -графов показано в [13], где демуна ставится в соответствие Π -граф, кортежу и отношению - сеть Π -графов, Π -графу можно поставить в соответствие как домен, так и отношение, в зависимости от множества $\{ \langle l_{tk}, N_{tk} \rangle \}_{k}$.

Алгебра модели Π -графов [13] позволяет операции над совокупностями Π -графов, соответствующими ненормализованным отношениям. Тем самым предполагает отказ от необходимости приведения отношений к первой нормальной форме, что позволяет сохранить семантику сложных объектов отображаемой предметной области. А жесткая связь между объектами моделируемой области, которая гарантируется наборами меток в Π -графах, обеспечивает целостность базы данных аналогично с сетевой.

Итак, показано, что модель П-графов по своим структурам эквивалентна бинарной, сетевой и реляционной модели, представленной ненормализованными отношениями. Отмечен ряд достоинств представления знаний о предметной области при помощи структур модели П-графов.

Литература

1. Дейт К. Введение в системы баз данных. М.: Наука, 1980.
2. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах. М.: Мир, 1980.
3. Язык описания данных КОДАСИЛ. М.: Статистика, 1981.
4. Олле Т.В. Предложения Кодасил по управлению базами данных. М.: Финансы и статистика, 1981.
5. Цаленко М.Ш., Шахова Н.Г. Системы управления реляционными базами данных (Обзор реализации и проблем создания). М., ЦСУ СССР, ВГПИ, 1977.
6. Цаленко М.Ш. Реляционные модели баз данных. Обзор. "Алгоритмы и организация решения экономических задач". Вып.9,10. М.: Статистика, 1977.
7. Цаленко М.Ш. Философия и математика моделирования процессов обработки информации (на примере реляционных баз данных). Семиотика и информатика, вып.13, 1979.
8. Дрибас В.П. Реляционные модели баз данных. Минск: Издательство БГУ, 1982.
9. Senko M.E. A Query-maintenance Language for the Data Independent Accessing Model II. - Information Systems, vo.5, 1980, pp.257-272.
10. Frost R.A. Binary-relation storage structures. - Computer Journal, vol.25, n 3, 1982, pp.358-367.
11. Pelagetti G., Paolini P., Bracchi G. Mapping External Views to a Common Data Model. - Information Systems, vol.3, n 2, 1978, pp.141-151.
12. Ефимова С.М. Об одной формальной модели представления информации в базе данных. - НТИ, сер. 2, № 1, 1983.
13. Ефимова С.М. Об алгебраическом подходе к проблеме представления знаний. - В сб. Вопросы кибернетики. Ситуационное управление и семиотическое моделирование. М., 1983.

14. Величко И.В., Ефимова С.М. Эквивалентность структур данных бинарной алгебраической модели \square - графов структурам данных сетевой модели. - НТИ, сер. 2, (в печати).

THE EQUIVALENCE OF STRUCTURES
OF DIFFERENT MODELS OF KNOWLEDGE REPRESENTATION
I.V. Velichko, S.M. Yefimova

Summary

The paper describes data structures of network, relational, binary and \square - graphs models. It shows the equivalence of Structures of models in the sense of data structures. The paper indicates some merits and demerits of network, relational and binary models of knowledge representation with help of structures of \square - models are considered.

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА
ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ОПЕРАТИВНОГО С СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕТЬЮ,
ДОПУСКАЮЩЕЙ ВЛОЖЕННОСТЬ

Ю.А.Загорулько

ВВЕДЕНИЕ

Опыт создания интеллектуальных систем показал, что системы такого типа должны состоять из набора функциональных модулей, включающего базу данных (БД) для работы с семантической сетью в качестве основного из них. Таким образом, задача разработки средств для описания семантических сетей и операций для работы с ними является одной из центральных. При этом требуется, чтобы указанные средства обладали хорошей выразительностью, обеспечивали компактное представление информации в памяти машины, а операции для работы с семантической сетью включали эффективный поиск по образцу в качестве основной операции и поддерживали достаточно мощный логический вывод.

В данной статье описывается БД, предназначенная для использования в качестве нижнего уровня ряда экспериментальных вопросно-ответных систем, разрабатываемых в рамках проекта ВОСТОК-I /2,3/. БД, сконструированная в соответствии с указанными выше требованиями, является "основной памятью" системы и в качестве таковой включает следующие операции над семантической сетью: поиск, исключение и добавление новых данных по образцу. На основе этих операций в БД организуется работа системы правил-продукций, которая осуществляет обработку содержащейся в базе информации.

С программной точки зрения БД представляет собой расширяемый набор модулей, из которых могут собираться варианты баз с различными функциональными возможностями и разными характеристиками по используемому объему памяти и скорости действия. Информация в БД хранится в простой по структуре базовой семантической сети (БСС), которую можно использовать для описания и представления в памяти ЭВМ семантических сетей различных типов. Взаимодействие с БД осуществляется посредством образцов, имеющих вид фрагмента БСС. При этом работа может вестись как с одним образцом (режим использования упомянутых выше операций), так и с множеством образцов одновременно (режим выполнения логического вывода/обработки на основе системы продукций).

При разработке операций и выборе структур данных особое внимание уделялось поиску по образцу как основной операции, определяющей в конечном счете эффективность работы всей БД в целом.

Предварительная реализация БД рассмотрена в /1/, где можно найти более детальное описание сети и операций для работы с ней. В данной работе мы обсудим некоторые шаги по развитию этой предварительной версии, в частности, организацию эффективной работы системы продукций над БСС.

1. БАЗОВАЯ СЕМАНТИЧЕСКАЯ СЕТЬ

БСС представляет собой множество элементарных компонент (ЭК) следующего вида:

(N НЭО АРГ-1 АРГ-2),

где N - номер элементарной компоненты,

НЭО - элементарное (бинарное) отношение (ЭО),

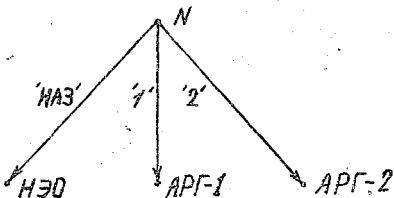
АРГ-1, АРГ-2 - аргументы ЭО.

Примеры элементарных компонент:

(1 'ТИП' А1 'ЧЕЛОВЕК')

(2 'ИМЯ' А1 'МИША')

Графически ЭК изображается следующим образом:



Здесь 'НАЭ', '1', '2' - метки дуг, обозначающие роли составляющих ЭК соответственно название ЭО и номера аргументов.

Таким образом, БСС можно рассматривать как ориентированный граф, содержащий дуги трех указанных типов и вершины следующих типов: атомы, понятия, константы, элементарные отношения и номера элементарных компонент.

Каждый атом сети является конкретным экземпляром какого-либо более или менее общего понятия. Связь атома с понятием задается специальным отношением 'ТИП'. Например, элементарные компоненты 3 и 4:

(3 'ТИП' А2 'ЧЕЛОВЕК'),

(4 'ТИП' А3 'ВЛАДЕТЬ')

- указывают, что атомы А2 и А3 являются конкретными экземплярами понятий 'ЧЕЛОВЕК' и 'ВЛАДЕТЬ', соответственно.

Смысл, вкладываемый в вершины остальных четырех типов, ясен из сказанного выше. Что касается ролей, которые могут исполнять в ЭК описанные вершины, то отметим, что все они могут выступать в качестве аргументов, причем роль ЭО могут выполнять только вершины, являющиеся элементарными отношениями.

В БСС могут быть заданы различные иерархии. Для этого в БД включена процедура, выполняющая транзитивное замыкание на элементарных отношениях, объявленных транзитивными. Транзитивным может быть объявлено любое ЭО. Так, если R - транзитивное отношение, то из наличия ЭК:

$(N1 R V1 V2)$ и $(N2 R V2 V3)$,

где $V1, V2, V3$ - вершины сети, следует наличие ЭК:

$(N3 R V1 V3)$.

Это реализуется внесением системой $N3$ в БСС неравне с $N1$ и $N2$.

Важную роль играет родо-видовая (тип-подтип) иерархия, представляющая собой множество всех ЭК со специальным отношением 'SUB'. Например, ЭК вида

$(5 \text{ 'SUB' 'МАЛЬЧИК' 'ЧЕЛОВЕК'})$

указывает, что понятие 'МАЛЬЧИК' является подтипом понятия 'ЧЕЛОВЕК'.

Заметим, что такая же иерархия может быть задана не только на понятиях, но и на константах и элементарных отношениях.

Например:

$(6 \text{ 'SUB' 'БЕЛЫЙ' 'СВЕТЛЫЙ'})$,

$(7 \text{ 'SUB' 'МУЖ' 'СУПРУГ'})$.

Введением специальных ЭО 'элемент подсети' (ЭПС) и атомов, имеющих тип 'ПОДСЕТЬ' (ПС), т.е. атомов, состоящих в отношении 'ТИП' с понятием 'ПОДСЕТЬ', обеспечивается возможность представлять целый фрагмент БСС одной вершиной. При этом все ЭК данного фрагмента (подсети) связываются с помощью своих номеров с вершиной-представителем элементарными отношениями 'ЭПС'.

Для эффективизации поисковых операций вводится надстройка над БСС, включающая ассоциативные структуры, подобные в некотором смысле сопровождающим множествам Ч.Ригера [7]. Надстройка представляет собой множество структур, каждая из которых является описанием одной вершины и имеет вид:

$V:(MЭО MA1 MA2)$,

где V - описываемая вершина из БСС, а $MЭО, MA1, MA2$ - описатели вершины V , представляющие собой множество номеров ЭК,

в которые данная вершина входит соответственно в качестве $H_{Э0}$, первого и второго аргумента.

Например, пусть все приведенные выше ЭК включены в одну сеть, тогда фрагмент ассоциативной надстройки будет иметь вид:

'ЧЕЛОВЕК': ($\langle \rangle$, $\langle \rangle$, $\langle 1,3,5 \rangle$)
AI : ($\langle \rangle$, $\langle 1,2 \rangle$, $\langle \rangle$)
'ТИП': ($\langle 1,3,4 \rangle$, $\langle \rangle$, $\langle \rangle$).

2. ОПЕРАЦИИ НАД БСС

Основными операциями над БСС являются: ПОИСК по образцу, ИСКЛЮЧЕНИЕ по образцу и ДОБАВЛЕНИЕ новых данных. При описании операций особо остановимся на ПОИСКЕ, так как извлечение (исключение) информации, логический вывод над ней, а также внесение новых данных реализуются через поиск по образцу.

Образец представляет собой фрагмент БСС, который может включать вершины-переменные.

Пример образца с переменными:

(X1 'БАН' X2 'ИВАНОВ'); (X3 'ДОЛЖ' X2 X4),

где X1, X2, X3, X4 - переменные. Этот образец соответствует вопросу "Какая должность у Иванова?".

2.1. ПОИСК

Работа операции ПОИСК заключается в нахождении для данного образца соответствующего покрытия в БСС.

Отношение покрытия (\supseteq) вводится следующим образом:

1) Для вершин:

(а) атом 1 \supseteq атом 2, только если они тождественны;

(б) понятие 1 \supseteq понятие 2, если они тождественны

или второе есть подтип первого;

(в) ЭО1 \supseteq ЭО2, если они тождественны или второе есть подтип первого;

(2) константа 1 \supseteq константа 2, если они тождественны или вторая есть подтип первой;

(д) номер 1 \supseteq номер 2, только если они тождественны;

(е) переменная \supseteq атом/понятие/ЭО/константа/номер;

2) Для элементарных компонент ЭК1 и ЭК2:

ЭК1 \supseteq ЭК2, если все составляющие ЭК1 находятся в отношении " \supseteq " с соответствующими (позиционно) составляющими ЭК2;

3) Для фрагментов базовой сети БСС1 и БСС2:

$BCC1 \supset BCC2$, если между элементарными компонентами БСС1 и БСС2 существует взаимно-однозначное соответствие такое, что каждая ЭК из БСС1 покрывает соответствующую ей ЭК из БСС2.

При нахождении покрытия для каждой ЭК из образца используется ассоциативная надстройка над БСС. Это позволяет эффективизировать работу операции ПОИСК, сведя ее к последовательности пересечений множеств в описаниях вершин.

На покрытие, которое ищется для данного образца, может быть наложено дополнительное условие. Это условие оформляется также в виде образца, имеющего с данными хотя бы одну общую переменную и трактуемого по отношению к нему как отрицательный контекст. В таком случае сначала ищется покрытие для первого образца (заметим, что покрытие может включать несколько независимых фрагментов БСС), а затем для каждого фрагмента покрытия (Φ) проверяется дополнительное условие. При этом ищется покрытие для второго образца, уточненного путем подстановки значений переменных из рассматриваемого фрагмента Φ . Если такого покрытия не существует, то Φ выдается в качестве ответа (одного из ответов) на запрос.

2.2. ДОБАВЛЕНИЕ

Операция ДОБАВЛЕНИЕ новых данных в общем случае имеет два аргумента-образца (второй может отсутствовать). Первый из них является фрагментом вносимой информации, а второй - образцом связи, т.е. служит для нахождения тех вершин БСС, к которым будет "приклеиваться" новая информация. Работа данной операции состоит в порождении новых атомов, добавлении новых ЭК в БСС и пополнении старых и создании новых описаний вершин в ассоциативной надстройке.

Заметим, что при добавлении новых данных осуществляется контроль на их новизну, т.е. фрагмент вносится в СемС лишь в том случае, если в сети еще нет такой информации.

2.3. ИСКЛЮЧЕНИЕ

При ИСКЛЮЧЕНИИ информации из БСС фрагменты и вершины, подлежащие удалению также могут описываться образцами. Исключение вершин предполагает удаление из надстройки их описаний и из БСС всех ЭК, в которые они входят. Исключение фрагмента заключается в удалении входящих в него ЭК из БСС, а также их номеров из соответствующих описаний вершин.

2.4. СКЛЕЙКА

Еще одной полезной операцией является СКЛЕЙКА вершин. При работе с БСС может выясниться, что две разные вершины обозначают одно и то же (например, один и тот же объект или событие). Отсюда возникает необходимость отождествить (склеить) эти вершины.

При склейке двух вершин В1 и В2 за основу берется одна из них (например, В1) и подставляется вместо другой (В2) во все элементарные компоненты, в которые входит В2. Если при этом получаются ЭК, совпадающие по содержанию с уже имеющимися в БСС, то они удаляются из нее по правилам исключения фрагмента. Последним шагом является удаление описания вершины В2 из ассоциативной надстройки.

Как видно из вышесказанного, операция СКЛЕЙКИ вершин реализуется через уже известные базовые операции: ПОИСК и ИСКЛЮЧЕНИЕ.

3. СИСТЕМА ПРОДУКЦИЙ

Продукции представляют собой импликации, в которых посылка оформлена в виде образца. Появление в БСС фрагмента, являющегося покрытием этого образца, вызовет определенные продукции действия над сетью. В частности, это может быть внесение или исключение из БСС некоторого фрагмента, склейка вершин и т.п.

В общем виде продукция выглядит следующим образом:

$$N_n : P \longrightarrow \text{АСТ},$$

где N_n - номер продукции,

P - образец-посылка,

АСТ - действие, которое будет выполнено в ответ на появление в БСС фрагмента, покрываемого P .

3.1. Активация продукции

Система продукции (СП) начинает работать над БСС всякий раз, когда в сеть вносится новая информация (в том числе и в результате работы самих продукции). При этом приходится иметь дело с множеством образцов, входящих в продукции в качестве посылок. Ввиду того, что число продукции, а следовательно, и таких образцов, может быть довольно большим, последовательное сопоставление каждого образца с БСС может оказаться крайне неэффективным.

В действительности же имеет смысл искать покрытие лишь для одного-двух образцов, так как фактически именно столько продукции могут сработать за одно обращение к СП. По

этой причине необходимо иметь средство, которое бы позволяло отсекаать "неперспективные образцы" еще до их сопоставления с БСС и тем самым сводило бы работу с множеством образцов к работе с одним или несколькими из них. В качестве такого средства может использоваться суперобразец, представляющий собой обобщение всех образцов, имеющихся в СП.

Действительно, нетрудно заметить, что хотя все продукции в системе и имеют различные образцы, т.е. $P_j \neq P_k$ (при $j \neq k$), однако для многих пар образцов выполняется соотношение $P_j \cap P_k \neq \emptyset$, так как они имеют одинаковые (с точностью до обозначения переменных) элементарные компоненты. Это и позволяет ввести упомянутый выше суперобразец, включающий все ЭК, которые имеются в образцах-посылках, а также указывающий связь этих ЭК с продукциями. Таким образом, суперобразец - это множество пар вида:

$$\langle \text{ЭК}_i, MN(\text{ЭК}_i) \rangle,$$

где ЭК_i - элементарная компонента из образца-посылки, $MN(\text{ЭК}_i)$ - множество номеров продукций в образцы-посылки которых входит данная ЭК_i . (В дальнейшем будем говорить, что продукции из $MN(\text{ЭК}_i)$ описывают элементарную компоненту ЭК_i .)

Эффективному функционированию СП также будут способствовать:

- использование информации, появление которой инициировало ее работу;
- учет результатов работы системы при предыдущих обращениях к ней.

Последнее реализуется путем формирования и хранения после каждого сеанса работы СП множества "неперспективных элементарных компонент" (МНЭК). МНЭК включает все ЭК из суперобразца, которым нет соответствия в БСС. (Первоначально, когда БСС еще пуста, МНЭК содержит все ЭК из суперобразца.)

Система продукций начинает работу после внесения в БСС фрагмента новой информации (Φ).

При этом выполняются следующие действия:

1. С помощью суперобразца определяется множество продукций, "затронутых" новой информацией. В это множество войдут продукции, описывающие все элементарные компоненты из Φ .
2. Уточняется множество МНЭК (путем удаления из него ЭК, входящих в Φ).
3. Снова используется суперобразец - определяется множество "неперспективных продукций". Из него войдут продукции,

описывавшие элементарные компоненты из МНЭК.

4. Определяется множество продукции, подлежащих активации. Оно вычисляется как разность множества "затронутых продукции" и множества "неперспективных продукции".

5. Образцы-посылки активированных продукции конкретизируются (путем подстановки значений переменных из Φ) и сопоставляются с БСС.

6. Выполняются действия, предусмотренные теми процедурами, для образцов-посылок которых найдено покрытие. Если при этом произошло внесение информации в БСС, то работа СП начинается сначала (т.е. выполняется п.1).

3.2. Комментарий

Конкретизация образцов-посылок позволяет избежать их сопоставления с фрагментами БСС, над которыми уже проработала соответствующая продукция, ускоряет поиск по образцу, а следовательно, повышает эффективность работы СП.

Если активированы одновременно несколько продукции, то они работают независимо, т.е. исключается их явное взаимодействие.

На основе предлагаемой системы продукции может быть реализован логический вывод. Для этого достаточно представить отвечающие за вывод аксиомы в виде правил-продукций.

Рассматриваемая организация работы СП позволяет исключить заикливание вывода. Например, в СП могут быть включены пары симметричных продукции следующего вида:

$$\begin{aligned} N_1 &: \Phi_1 \rightarrow \text{ДОБАВЛЕНИЕ}(\Phi_2) \\ N_2 &: \Phi_2 \rightarrow \text{ДОБАВЛЕНИЕ}(\Phi_1) \end{aligned}$$

что создает опасность заикливания вывода.

Однако благодаря наличию контроля на новизну информации, такого заикливания не произойдет, поскольку полученный в результате последовательной работы этих правил фрагмент Φ_1 повторно внесен в сеть не будет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанная выше БД реализована в системе программирования СЕТЛ-БЭСМ /4/. Для отладки БД и выявления ее возможностей с помощью инструментальной системы СТЕНД /5/, разработанной в лаборатории искусственного интеллекта ВЦ СО АН СССР, был создан лингвистический процессор, обеспечивающий взаимодействие с базой на весьма ограниченном естественном языке. Система продукции, заданная до заполнения БД информацией, включала более 20 правил. В диалоговом режиме в БД был вве-

ден рассказ из 60 предложений. В результате была получена БСС, состоящая примерно из 600 элементарных компонент и 300 вершин. На внесение порции информации, состоящей из 1-2 предложений затрачивалось 20-25 секунд процессорного времени (включая работу системы аксиом). Общее время обработки вопроса с поиском ответа составляло в среднем 10-15 секунд, причем сам поиск информации в БД в зависимости от сложности вопроса требовал 1-2 секунды.

Предполагается, что реализованные операции являются базовыми и в дальнейшем будут использованы для конструирования более сложных и содержательных операций. Например, сейчас разрабатывается операция отождествления вершин, которая естественным образом будет реализована на основе уже имеющихся операций.

С целью повышения уровня образца в него будут включены дизъюнктивные и конъюнктивные фрагменты, а также указания на различные типы покрытия для них (один из типов покрытия описан в данной работе). Следующим этапом расширения БСС будет введение в нее дизъюнктивно-связанных (альтернативных) подсетей, что позволит работать с информацией различной достоверности и определенности /6/.

ЛИТЕРАТУРА

1. Загорюлько Ю.А. Экспериментальная база данных для работы с семантическими сетями. - В кн.: Прикладные и экспериментальные лингвистические процессоры. Новосибирск, 1982, с. 110-124.
2. Кандрашина Е.Ю., Очаковская О.Н., Голубева Л.А. Экспериментальная вопросно-ответная система ВОСТОК-0. Описание средств для представления семантической информации: Препринт № 174. - Новосибирск, 1979, 31 с. - В надзаг.: ВЦ СО АН СССР.
3. Кандрашина Е.Ю., Очаковская О.Н., Голубева Л.А. Экспериментальная вопросно-ответная система ВОСТОК-0. Программная реализация: Препринт № 200. - Новосибирск, 1979, 26 с. - В надзаг.: ВЦ СО АН СССР.
4. Левин Д.Я. Программирование в системе СЕТИ: Препринт № 138. - Новосибирск, 1978, 28 с. В надзаг.: ВЦ СО АН СССР.
5. Левин Д.Я. СТЕНД-система адаптации лингвистических процессоров: Препринт № 238. - Новосибирск, 1980, 29 с. - В надзаг.: ВЦ СО АН СССР.

6. Нариньяни А.С. Неопределенные модели и операции с неопределенными значениями: Препринт № 400. - Новосибирск, 1982, 33 с. - В надзаг.: ВЦ СО АН СССР.
7. Шенк Р. Обработка концептуальной информации. - М.: Энергия, 1980, 361 с.

SOFTWARE SUPPORT FOR EFFICIENT OPERATION WITH EMBEDDED
SEMANTIC NETWORK

Yu.A. Zagorulko

Summary

A data base (DB) intended for using as a lowest level of intellectual systems operating with semantic networks is described. The DB is an "basic memory" of the system and, as such, includes the following operations over the storage: pattern matching, pattern deletion and new data insertion as well as a production system carrying out an inference in DB.

The DB as a programming unit is an intensible collection of submodules which may be joined into different data bases with various functional facilities and different characteristics of storage size and speed.

МЕТОД ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИИ ПО УРОВНЮ ЕЕ ЗНАЧИМОСТИ-ТРЕВОЖНОСТИ.

М.А.Котик, А.М.Емельянов

1. Постановка проблемы.

При взвешивании альтернатив в процессе принятия решения, при определении важности или опасности различных задач, при оценке воздействия информации и во многих других подобных случаях возникает необходимость дифференцирования всех этих категорий альтернатив, задач, сообщений и пр. по степени их значимости. Понятие значимость довольно часто используется в научной литературе по психологии, кибернетике, искусству и др., однако нам нигде не приходилось встречать его строгого определения. Поэтому, прежде, чем перейти к использованию термина "значимость", постараемся более четко определить это понятие. Такое определение можно вывести исходя из сущности близких ему понятий "значение" и "смысл", которые достаточно конкретно дефинированы в психологии.

"Значение" того или иного сообщения, предмета, события, действия по определению А.Н.Леонтьева является продуктом конкретной социальной среды, в которой оно сформировалось и где функционирует. "Значение" отражает сложившиеся в этой среде представления о наиболее существенных свойствах, связях и отношениях предметов и явлений [14]. Так, например, за словом "джинсы" у нас стоит представление не просто о мужских брюках, а о модном, носком и дорогостоящем их варианте, ставшем в наше время и частью женского туалета. В другое время, в другой социальной среде тот же предмет имел бы иное значение.

Если значение какого-либо предмета, явления, сообщения является некоторым обобщенным представлением о нем, сложившимся в социальной среде, то под "смыслом" того же предмета, явления, сообщения принято понимать уже то представление о нем, которое возникло в сознании отдельного человека. Т.е. смысл является преломлением общепринятого значения в индивидуальном сознании, как бы его субъективной трактовкой конкретным человеком. И естественно, что на этой трактовке сказываются личностные качества данного человека, особенно потребности, мотивы, установки и другие показате-

ли его направленности. "Личностный смысл, — пишет А.Н.Леонтьев, — создает пристрастность человеческого сознания" [15, 153]. Поэтому то значение "джинсы", о котором мы говорили, для молодого человека, жаждущего их заполучить даже за дорогую цену, будет иметь совсем иной смысл, чем для пожилого человека, в молодости которого не было такого престижного предмета одежды и кому сейчас они и даром не нужны.

Т.о. смысл события, предмета, задачи, информации — в общем чего угодно, что способен осознать человек, оказывается сложным психологическим образованием, обусловленным, с одной стороны, его социальным первоисточником — значением и с другой — психическими особенностями личности, отражающей, интерпретирующей это значение. А поскольку такая интерпретация осуществляется, как уже отмечалось, с пристрастием, то смысл отражает не только индивидуальную трактовку содержания воспринятого значения, но еще и отношение к нему данного субъекта.

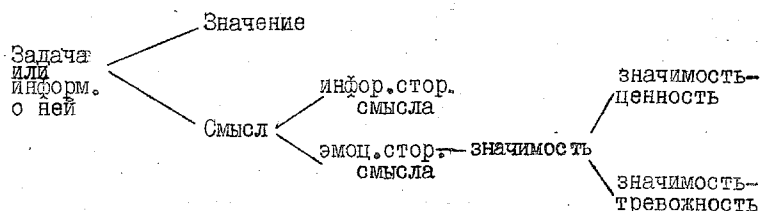
Л.С.Выготский писал, что смысл представляет собой "единство аффективных и интеллектуальных процессов" [3, 54], что тот, кто ограничивается рассмотрением только его содержательного аспекта, закрывает себе дорогу к пониманию причин человеческого поведения. О необходимости совместного анализа содержательной и эмоциональной стороны смысла пишет Ф.В.Бассин, отмечая, что "смысл в отрыве от переживаний — это логическая конструкция, а переживания в отрыве от смысла — это, скорее, физиологическая категория" [1, 22].

В данном рассмотрении нас интересует главным образом эмоциональная сторона смысла, отражающая отношение человека к воспринимаемому сообщению, поскольку, как нам представляется, именно она наиболее адекватно характеризует сущность понятия "значимость". Когда мы говорим, что данное сообщение является для человека более значимым, чем другое, мы прежде всего констатируем, что оно волнует его больше чем другое, т.е. смысл его вызывает у него эмоциональную реакцию более высокого уровня. Очевидно, характер подобных эмоциональных проявлений человека по отношению к разным событиям, людям, предметам бесконечно разнообразен. Однако, если ограничиться рассмотрением только целенаправленного поведения человека побуждаемого потребностями, направляемого определенными мотивами — т.е. его деятельности, то в нем можно условно выделить две самых общих категории эмоций, порождаемых смыслом этой деятельности или составляющих ее

действий. Во-первых, это эмоции, обусловленные событиями или сообщениями, свидетельствующими об ее успешности или способствующих ей и во-вторых — эмоции, вызванные задачами, событиями или сообщениями, указывающими на наличие препятствий к достижению желаемой цели, и прочих опасностей для деятельности и ее субъекта.

Исходя из этих соображений, возможно в первом приближении вести речь только о двух категориях значимости для человека задач в рассматриваемой деятельности: значимости-ценности и значимости-тревожности.

На основе изложенного, можно построить некоторую иерархическую цепочку понятий, из которых вытекает характеристика значимости:



Т.о. значимость события, задачи или информации о них можно рассматривать как некоторый показатель уровня эмоциональной компоненты, заключенного в них смысла. Заметим, что этот смысл формируется на основе того, что осознано и понято человеком в данный момент, а также на базе всего его прошлого индивидуального опыта, многое из которого может и не актуализироваться в сознании. Поэтому то значимость следует рассматривать как сложное эмоциональное образование, вытекающее из осознанного и бессознательного данной личности [10].

Говоря о смысле и заключенной в нем значимости-ценности или значимости-тревожности, мы не ставим между ними резкой грани. Очевидно, как в человеческом чувстве, вызванном реальной жизнью, трудно установить границу между положительными и отрицательными эмоциями, так же трудно порой разграничить в "смысле" значимо-ценный и значимо-тревожные аспекты. Так, например, состояние боевого возбуждения — оно и тревожное, и радостное. Или же информация об опасности, возникшей на пути к цели: она по сути значимая-тревожная, но если на основе ее возможно принять меры по избеганию опасности, то та же информация выступает и как значимая-ценная.

Все предшествующее рассмотрение понятий "значение", "смысл", "значимость" велось, с точки зрения людей или кон-

кретного человека. Однако понятие значимости-ценности используется и в кибернетике, применительно к информации вводимой, например, в ЭВМ. Такая информация предназначается обычно для решения определенных задач и по тому, в какой мере она способствует этому, можно тоже говорить о степени ее ценности, полезности для машины а по сути дела — для человека, использующего ее как орудие для нахождения решений. В кибернетике существует ряд методов количественного определения ценности информации: А.А.Харкевича [17], Р.Л.Стратоновича [16], М.М.Бонгарда [2] и др. Все эти методы дифференцирования информации по степени ее значимости-ценности, были применимы для оценки информации как воспринимаемой человеком, так и поступающей в ЭВМ. Когда же речь идет о значимости-тревожности задачи или информации здесь пока машинных аналогов не было — тревожиться о чем-то может только живой организм. В данном рассмотрении нас как раз больше всего интересуют подходы к оценке и дифференцированию событий или информации по их значимости-тревожности для человека, причем применительно к его целенаправленной деятельности.

По этому поводу может возникнуть вопрос: какое теоретическое или практическое значение могут иметь оценки значимости-тревожности? Огромное — и теоретическое и практическое значение. Как показывает практика, а также специальные исследования [11], [8] и др., рабочие, водители, операторы чаще всего допускают ошибки не потому, что они не могут успешно решить задачу или выполнить действие, а именно потому, что недооценивают их степень значимости-тревожности и не используют все имеющиеся возможности [9]. Как было многократно экспериментально доказано, фактор значимости способствует активизации нервной системы, мобилизации внутренних ресурсов организма, продуктивности мыслительных процессов — в общем успешности целенаправленной деятельности [7], [8], [15] и др. Поэтому то очень важно при обучении, воспитании, при анализе причин ошибочных действий, при моделировании поведения человека и во многих других случаях специально дифференцировать события, действия, сообщения и пр. факторы по степени их значимости-тревожности для субъекта.

2. Первая серия исследований

В дальнейшем мы будем вести речь только о значимости-тревожности задач, событий, сообщений, поэтому условимся

для краткости определять ее одним словом "тревожность". Для того, чтобы более четко представить проблему, воспользуемся конкретным примером. Представим себе, что человеку требуется пройти по толстой, но узкой дубовой доске длиной пять метров. Доска эта положена на высоте около метра над землей. Такая задача, естественно, будет для него довольно простой и невысокой тревожности. Теперь предположим, что та же доска переброшена над глубоким оврагом. Новая задача станет намного более тревожной и только потому, что она будет намного опаснее — в ней существенно возрастет цена ошибки. Когда бы по доске шел обычный робот, то подобные оценки были бы бессмысленны.

Из сказанного следует, что цена ошибки (иначе говоря — тяжесть ее последствий) будет, очевидно, предопределять тревожность этой задачи. Однако, если в задаче цена ошибки будет велика, но вероятность возникновения таких ошибок очень незначительна, то тревожность такой задачи, как можно предположить, будет небольшой. В то же время, задача, где ошибки имеют менее тяжелые последствия, но могут возникать довольно часто, порой оказывается более тревожной, чем первая. Т.е. на основе этих рассуждений можно предположить, что тревожность задачи должна быть функцией двух главных аргументов: возможности (вероятности) возникновения в ней ошибок и тяжести, вытекающих из них последствий. Для проверки этой гипотезы мы провели специальное исследование. В нем участвовало 50 человек — студентов-психологов, инженеров, экономистов.

В первой части этого исследования испытуемым предъявлялось 6 вариантов последствий ошибки (ее тяжести): 1) микротравма, 2) легкая травма, 3) средняя травма, 4) тяжелая травма, 5) инвалидность, и 6) смертельный исход. Каждому из испытуемых давался листок миллиметровой бумаги, на котором были вычерчены оси координат. По горизонтальной оси откладывался показатель тяжести ошибки (S). Причем в начале этой оси была отмечена точка 1, а в конце — точка 6, обозначающие соответственно микротравму и смертельную травму. Каждый испытуемый должен был между этими точками на горизонтальной оси проставить точки 2, 3, 4 и 5, определяющие травмы промежуточной степени тяжести: легкой, средней, тяжелой и инвалидности. Причем нужно было эти точки расставить таким образом, чтобы удаление между разными последствиями соответствовало различию для испытуемого их степени тяжести.

Иначе говоря, от испытуемых требовалось построить психологическую шкалу тяжести последствий ошибки.

После градуировки горизонтальной оси по шкале тяжести последствий, испытуемым предлагалось выполнить вторую часть задания. Здесь требовалось оценить возможные шесть вариантов последствий ошибки со следующих позиций. Вначале указать шансы, при которых возможность возникновения микротравмы делает задачу уже тревожной. Эти шансы нужно было отложить на вертикальной оси графика P проградуированной от 0 до 100%. Затем испытуемым предлагалось для следующей точки 2 (легкой травмы) указать возможность (шансы), при которых возникновение таких последствий представляется им уже тревожной. Таким же образом они должны были оценить и другие четыре категории последствий ошибки — т.е. и для остальных точек построить ординаты соответствующей высоты. Далее испытуемые соединяли отмеченные ими точки и каждый получал свою кривую $P(s)$. Эта кривая определяла на плоскости графика границу между задачами, которые еще нельзя назвать достаточно тревожными (под кривой) и задачами тревожными (и тем более, чем выше окажется точка над кривой).

Построенные таким образом графики были подвергнуты статистической обработке и в результате по всему массиву данных была получена осредненная функция $P(s)$, которая представлена на рис. 1. На этом графике показаны и доверительные интервалы статистических оценок на уровне достоверности $\beta = 0,999$, т.е. была получена осредненная кривая, описывающая связь степени тяжести ошибки (s), а также шансов ее возникновения (P), начиная с которых рассматриваемая задача становилась для испытуемых уже тревожной (τ): $T = f(s, P)$

Кривая получилась падающей и изменяющейся примерно по экспоненциальному закону. Хотя у отдельных испытуемых такие кривые располагались на различных уровнях (у людей более тревожного типа кривые легли ниже средней, а у более уверенных в себе, самонадеянных — выше), все они, как показывает статистика, менялись примерно по одному закону и были близки к осредненной кривой.

Третий этап этого исследования был аналогичен второму и отличался от него лишь тем, что здесь испытуемым давалось задание указать шансы и построить кривые для условий, когда задача становится не просто тревожной, а лишь немного тревожной, и для условий, когда та же задача становится уже очень тревожной и исключительно тревожной.

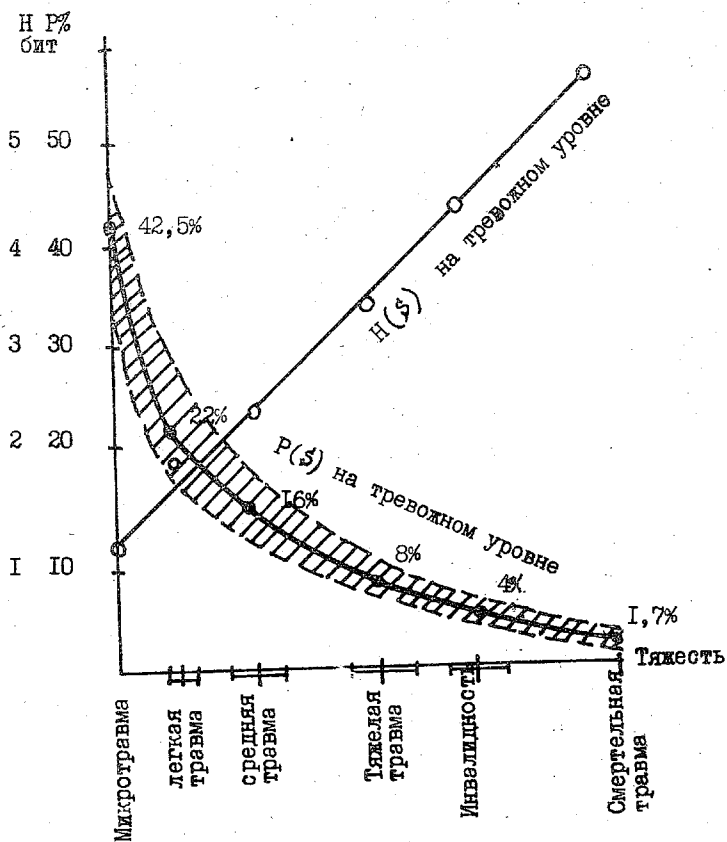


Рис.1. Граница, с которой задача начинает восприниматься как тревожная, в связи с возможностью и тяжестью появления в ней отрицательных последствий. Доверительные интервалы при достоверности $\beta = 0,999$

После статистической обработки данных, полученных на этом этапе, были построены, наряду с первой, еще три осредненных кривых. Таким образом на рис. 2 можно было представить 4 кривых, определяющих пары параметров (s, P) , при которых задача в среднем оценивалась испытуемыми уже немного тревожной (T_4), тревожной (T_0), очень тревожной (T_2) и исключительно тревожной (T_3).

Вернемся теперь к названной выше задаче прохождения по доске и теперь рассмотрим ее с позиции полученных кривых. Предположим, что в том и другом случае шансы падения человека с доски будут 10%. Можно считать, что при падении с высоты 1 метра, человек в худшем случае получит микротравму, а от падения в глубокий овраг — станет инвалидом. Проведя на графике рис.2 горизонтальную линию на уровне 10% в точке 1 — микротравма мы получим, что прохождения по доске на высоте 1 метра связано с задачей менее, чем "немного тревожная". В то же время задача прохождения по той же доске над оврагом для точки 5 — инвалидность оказывается более, чем "очень тревожная".

Экспериментальные кривые $P(s)$ для разных уровней тревоги (T_1, T_0, T_2, T_3), как видно из рис.2, являются примерно экспоненциальными. Если шансы (P), указанные испытуемыми, приближенно выразить через вероятности (p), а последние по формуле: $H = -\log_2 p$ в показателях энтропии, то для выделенных уровней тревоги получим соответствующие четыре зависимости $H(s)$. Такие зависимости, как видно из рис.2, оказываются близкими к линейным. Это свидетельствует о том, что факторы, образующие данный уровень тревоги (s, H) связаны между собой прямой пропорциональностью. Т.е. задачи будут сохранять данный постоянный уровень тревожности, если с увеличением тяжести возможных последствий будет пропорционально увеличиваться энтропия возникновения этих последствий.

Описанный выше эксперимент относится к тревоге по поводу физической опасности, угрожающей человеку. Естественно возникал вопрос: каковы закономерности возникновения тревоги в связи с другими категориями опасности — социальной и материальной? Для его разрешения были проведены две аналогичные серии исследований. В одной из них рассматриваемая проблема изучалась в связи с социальной опасностью. Здесь испытуемым — студентам университета (40 человек) предъявлялись пять уровней социальных опасностей: 1) текущая неудов-

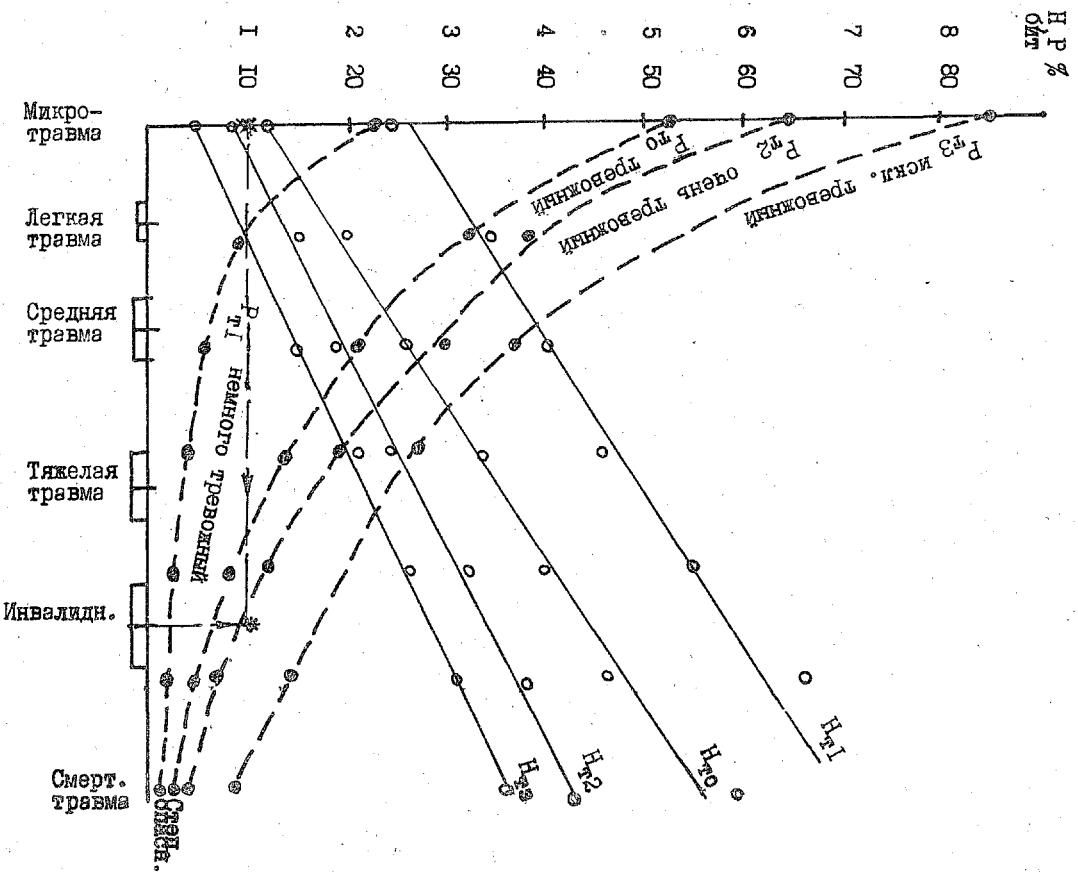


Рис.2. Различные уровни превозмн., в связи с физической опасностью

летворительная оценка, 2) неудовлетворительная оценка на экзамене, 3) исключение из университета, 4) потеря близкого, 5) собственная смерть. Исследование проводилось точно в той же последовательности как и с физической опасностью. Полученные серии кривых $P_{T_1}(s)$, $P_{T_0}(s)$, $P_{T_2}(s)$ и $P_{T_3}(s)$, а также $H_{T_1}(s)$, $H_{T_0}(s)$, $H_{T_2}(s)$ и $H_{T_3}(s)$ представлены на рис.3. Оказалось, что эти характеристики для варианта социальной опасности получились весьма сходными с аналогичными характеристиками для физической опасности.

Точно так же с другой группой студентов (40 чел.) изучалась тревога в связи с материальной опасностью. Испытуемые оценивали следующие возрастающие по уровню материальные опасности: 1) потеря трех рублей, 2) лишение стипендии, 3) кража личных вещей, 4) пожар с потерей всего имущества, 5) собственная гибель. Полученные в результате этого исследования характеристики, изображены на рис.4. Сопоставление рис.2, рис.3 и рис.4 позволит сделать заключение, что независимо от природы действующей опасности (физической, социальной или материальной), вызываемая ею тревога, как функция уровня тяжести опасности и возможности ее реализации, формируется примерно по одним и тем же законам.

Из анализа полученных зависимостей можно констатировать, что для рассматриваемых уровней тревоги существуют примерно следующие функциональные связи:

$$H_{T_1} = 2,5 + 0,4s; \quad H_{T_0} = 1,1 + 0,4s; \quad H_{T_2} = 0,7 + 0,3s; \quad H_{T_3} = 0,3 + 0,3s, \quad (29 \leq s \leq 95 \div 10)$$

Для каждого уровня тревоги $\frac{s}{H_T} = \text{Const}$. Если принять это отношение как показатель уровня тревоги $A_T = \frac{s}{H_T}$, то для рассматриваемых четырех уровней получим следующие цифры: $A_1 \approx 1,5$, $A_0 \approx 2$, $A_2 \approx 2,5$ и $A_3 \approx 3$.

На основе этих критериев представляется возможным по двум оценкам, которыми субъект определяет опасность (ее тяжесть - s и неопределенность H_T) рассчитывать уровень ее тревожности, для него. Так, например, если человек опасается физического воздействия тяжести $s \approx 6$ (согласно рис.1 - чего-то вроде тяжелой травмы) и возможность его реализации определяет шансами $P = 20\%$, что равно $H_T = 2,32$ бита, то уровень его тревоги по расчету получится $A = 2,58$, т.е. чуть большим, чем "очень тревожный".

Итак, заключая описание первой серии исследований можно констатировать, что значимость-тревожность задач, возникающих в целенаправленной деятельности оказывается обусловленной возможностью возникновения в них различных

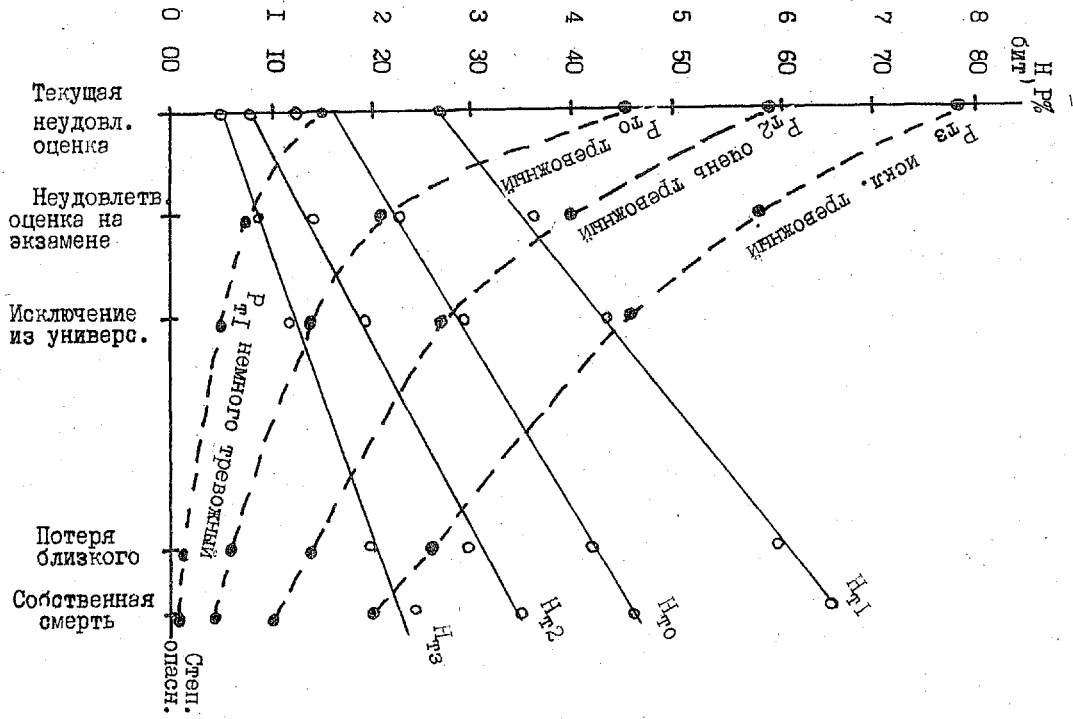


Рис. Сравнительные уровни тревоги в связи с социальной опасностью.

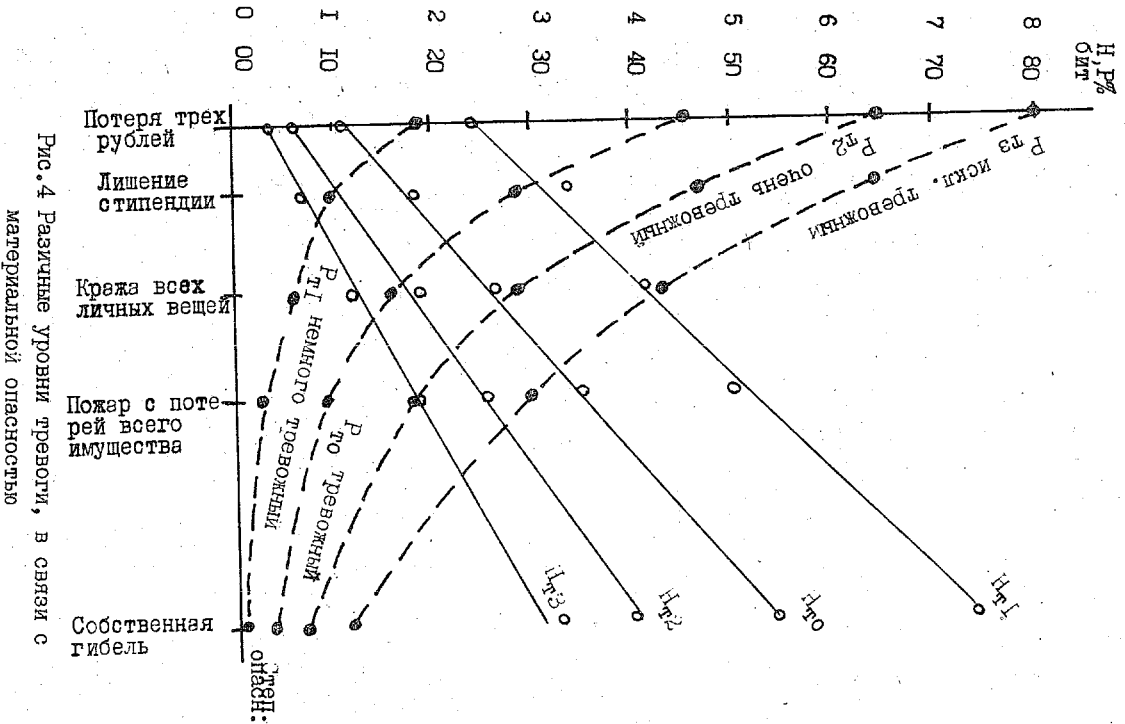


Рис. 4 Различные уровни тревоги, в связи с материальной опасностью

опасностей и уровнем их тяжести. Для того, чтобы определить степень тревожности для данного человека конкретной задачи, требуется установить уровень тяжести ожидаемой им опасности в этой задаче и отметить его точкой на горизонтальной оси графика. Далее нужно установить шансы, с которыми человек ожидает ее реализацию и отложить этот показатель из данной точки в виде ординаты. Оценивая положение верхнего конца этой ординаты относительно кривых различных уровней тревоги, можно определить какова относительная значимость-тревожность для данного человека рассматриваемой задачи.

3. Вторая серия исследований

В нашем первом исследовании испытуемые давали качественные оценки возможности (шансов) реализации различных опасностей. Однако, как известно, люди обычно испытывают затруднения, когда возникает необходимость количественно определять явления, тем более делать прогнозы в цифрах. "Элементами мышления человека, — пишет американский математик Л.Заде, — являются не числа, а элементы некоторых нечетких множеств или классов объектов, для которых переход от "принадлежности" к классу "непринадлежности" не скачкообразен, а непрерывен" [6, 7]. Когда человека спрашивают о возможности наступления того или иного события, ему легче определить ее нечетким понятием типа "часто", "редко", чем назвать в цифрах ее шансы.

Более того, при выборе слова, выражающего такое нечеткое понятие, человек волей-неволей, передает свое отношение к определяемому явлению. Это можно показать на примере.

Представим себе, что имеется высказывание: "Петр получил премию 30 рублей". Оно вполне определенно указывает на величину премии. Но кто-то по этому поводу сказал: "Петр получил большую премию", а кто-то другой — "Петр получил маленькую премию". В двух последних высказываниях конкретное число премии заменено нечеткими словами. Т.е. с информационной точки зрения новые высказывания стали менее информативными. Однако использование нечетких оценок "большая", "маленькая" позволило людям высказать свое отношения к этому событию. Иначе говоря, своим выбором нечеткого множества для оценки события, человек выражает свое отношение к нему*).

*В иностранном юморе есть такая шутка:

- Верны ли вы своей жене?
- Ну конечно, очень часто!

Т.е. замена в высказывании цифры нечетким словом ведет к потере в передаче информационного аспекта смысла, но при этом полнее передается его эмоциональный аспект.

Все сказанное навело нас на мысль проведения дополнительного исследования данного вопроса, в котором испытуемые могли бы оценивать опасные события, относя их к тем или иным категориям нечетких множеств.

Как следовало из предшествующей серии исследований, значимость-тревожность события оценивается исходя из двух основных критериев: степени тяжести последствий и возможности их реализации. Оба эти критерия можно выразить рядами нечетких множеств. Так критерий тяжести можно определить по тому, к какому из следующих множеств интенсивности будет отнесено рассматриваемое событие: "нулевая", "исключительно слабо", "очень слабо", "слабо", "не слабо - не сильно", "сильно", "очень сильно", "исключительно сильно", "предельно сильно". Критерий же возможности можно оценить исходя из того, к какому из следующих множеств будет она отнесена: "никогда", "исключительно редко", "очень редко", "редко", "не редко - не часто", "часто", "очень часто", "исключительно часто", "всегда".

Т.о. основой для определения интересующих нас уровней значимости опасных событий являлись два ряда нечетких множеств - соответственно интенсивности опасности события и его возможности. Можно было построить оси координат и на горизонтальной оси отметить названные выше множества по критерию интенсивности, а на вертикальной - множества по критерию возможности. При этом было принято допущение, что та и другая группа множеств монотонно возрастает и может рассматриваться как равномерно распределенная по осям координат.

Для получения интересующих нас характеристик значимости, мы воспользовались методом построения "кривых безразличия" [по I2]. Было принято в рассмотрение 5 разных уровней тревожности событий, соответственно следующим парам оценок:

- "очень слабо - очень редко",
- "слабо - редко",
- "не слабо-не сильно - не редко-не часто",
- "сильно - часто",
- "очень сильно - очень часто".

Испытуемым раздавались листки миллиметровой бумаги с проградированными осями координат, на плоскости которых

жирными кружками были отмечены названные выше исходные точки: R_2, R_3, R_4, R_5 и R_6 . Далее им давалась следующая инструкция. "Представьте себе, что Вас ожидает некоторое наказание (удар током, критика и т.п.) определенной интенсивности с какой-то возможностью его реализации. Вам предъявлен график, где отложены по оси X словесные оценки интенсивности, а по оси Y - возможности наказания. На графике отмечено пять точек: $R_2(x_2, y_2)$, $R_3(x_3, y_3)$, $R_4(x_4, y_4)$, $R_5(x_5, y_5)$ и $R_6(x_6, y_6)$. Выберите одну из этих точек, вдумайтесь какова значимость для вас такого воздействия и найдите на плоскости справа и слева от нее все другие точки $R(x, y)$ с тем же уровнем значимости. Отметьте эти точки и соедините их кривой. Аналогичным образом по другим отмеченным точкам постройте свои кривые их уровней значимости".

В этом исследовании приняло участие 80 человек (студентов психологов и физиков со старших курсов университета). По результатам исследования, после их статистической обработки, были построены осредненные кривые пяти уровней значимости-тревожности (рис.5.). Около каждой кривой пунктиром показаны границы доверительного интервала на уровне достоверности $\beta = 0,95$. Нижние кривые - меньших уровней тревожности оказались по форме весьма близкими к кривым, полученным в первой серии исследований.

Построенные на рис.5 характеристики могут быть использованы для определения уровня тревожности самых разнообразных событий. Для этого только требуется, чтобы человек в терминах указанных множеств указал какова по его мнению возможность отрицательного воздействия и его интенсивность. По этим двум критериям находится точка на графике и по ее положению, относительно изображенных на нем кривых, устанавливается уровень тревожности для субъекта данного события. Вернемся к ранее описанным примерам - задачам пройти и удержаться на узкой доске. Можно считать, что когда доска находится на уровне метра от земли, опасность ошибки в таком действии по интенсивности "очень слабо", а по возможности ее реализации "очень редко". В таком случае мы попадаем в точку R_2 , находящуюся на самом низком уровне тревоги. Когда же требуется пройти по той же доске над высоким ограждением, интенсивность повреждения будет "очень сильно" и возможность падения здесь будет расцениваться "часто". В данном варианте значимость задачи, как видно из рис.5, окажет-

ся по тревожности близкой к самому высокому ее уровню. Но представим себе, что вторую задачу будет решать цирковой канатоходец. Он, вероятно, тоже оценит интенсивность опасности как "очень сильно", однако возможность своего падения "исключительно редко", — в таком случае уровень его тревоги окажется таким же низким как и в первой простой задаче.

Полученные в данном исследовании характеристики были использованы для осуществления автоматизированного анализа управляющей деятельности [5]. Была разработана соответствующая программа для ЭВМ, с помощью которой осуществлялось взвешивание по степени значимости различных альтернатив решения [4] и эти сведения автоматически учитывались при выводе суждений о причинах ошибочных действий управляющих.

4. Заключение

Проведенное исследование позволило уточнить понятие значимости и его разновидностей — значимости-ценности и значимости-тревожности. Оно показало, что имеются возможности дифференцирования и объективных оценок не только категорий значимости-ценности, но также и значимости-тревожности. Было установлено, что значимость-тревожность задачи или информации может рассматриваться как функция двух ее аргументов: возможности возникновения в ней опасных последствий и степени их тяжести. На основе этих двух показателей представляется возможным дифференцировать задачи и информацию по степени их тревожности. В исследовании было установлено, что существуют общие закономерности формирования показателя значимости-тревожности, независимые от природы грозящей человеку опасности (физической, социальной и материальной). В специальном эксперименте было установлено, что благодаря использованию нечетких оценок типа "слабо-сильно" и "редко-часто" открывается возможность более разносторонне оценивать степень тревожности самых разнообразных явлений и сравнивать их уровни.

Результаты описанных исследований нашли практическое приложение при разработке специальных программ автоматизированного анализа управляющей деятельности. Предложенный же подход к оценке значимости задач или информации оказывается весьма перспективным для обучения операторов и предупреждения их ошибочных действий. Он, как нам представляется, может быть использован при разработке специальных роботов, способных реагировать не только на значения поступающих команд, но также и на задаваемый уровень их значимости. Подобно то-

му, как человек более тревожные задачи решает. с большим вниманием и старанием, также и такие работы, в соответствии с командами об уровне значимости-тревожности задач, будут автоматически переключаться на такие форсированные режимы функционирования, которые адекватны их значимости и обеспечивают требуемую для задачи точность и надежность действия робота.

Литература

1. Бассин Ф.В. К развитию проблемы значения и смысла. - Вопросы психологии, 1973, № 6, с.13-24.
2. Бонгард М.М. О понятии "полезная информация". - В кн.: Проблемы кибернетики. Вып.9, М.,1963, с.71-102.
3. Выготский Л.С. Избранные психологические исследования. М., 1956.
4. Емельянов А.М. Алгоритм и программа анализа управляющей деятельности диспетчера автоматизированной информационно-поисковой системы АИПС -ГосФАП СССР П004328.- Информационный бюллетень "Алгоритмы и программы", ВНИТЦентр, 1980, № 3, 35, с.56.
5. Емельянов А.М. Метод анализа управляющей деятельности человека в организационных системах посредством фреймов и специальной модальной логики. Автореферат диссерт. на соискание уч.степени канд.физ.-мат.наук.М., Вычислительный Центр АН СССР, 1980.
6. Заде Л. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решения. - В кн.: Математика сегодня. М., 1974, № 7, с.5-48.
7. Кеннон Ф. Физиология эмоций. Л., 1927.
8. Котик М.А. Саморегуляция и надежность человека-оператора, Таллин, 1974.
9. Котик М.А. Курс инженерной психологии. Таллин,1978.
- 10.Котик М.А. О методе оценки осознанного и неосознанного в факторе значимости. - В кн.: Бессознательное: принципы, функции и методы исследования.Т.Ш. Тбилиси, 1978, с. 651-659.
- 11.Лазарус Р. Теория стресса и психофизиологические исследования. В кн.: Эмоциональный стресс. Л., 1970, с.178-208.
- 12.Ларичев О.И. Наука и искусство принятия решения.М.,1979.
- 13.Леонтьев А.Н.Деятельность, сознание, личность.М.,1975.

- I4. Леонтьев А.Н. Деятельность и сознание. - Вопросы философии, 1972, № 12, с.129-140.
- I5. Симонов П.В. Эмоциональный мозг. М., 1981.
- I6. Стратонович Р.Л. О ценности информации. - В кн.: Техническая кибернетика, вып.5. М., 1965, с.3-12.
- I7. Харкевич А.А. О ценности информации. - В кн.: Проблемы кибернетики, вып.4. М., 1960, с.53-57.

A METHOD FOR EVALUATING THE SIGNIFICANCY-AS-ANXIETY
OF INFORMATION

M.Kotik A.Yemelianov

Summary

A definition of significancy is proposed. It is argued that two kinds of significancy should be differentiated in the psychological analysis of activity: significancy-as-value and significancy-as-anxiety. There are methods in cybernetics for measuring quantitatively the first kind of significancy, but not the second kind. In the present paper, experimental data are presented which suggest that it is possible to evaluate quantitatively the significance as-anxiety of various tasks and of the information concerning the tasks. Examples of applying the described method are presented.

ОТ СТРУКТУРНОЙ ЛИНГВИСТИКИ - К ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ

И.П.Севбо, Н.Н.Леонтьева, С.Я.Фитиалов,
Г.С.Цейтин, Ю.А.Шрейдер

От редакции. Настоящая статья возникла из ответов на вопросы, которые И.П.Севбо адресовала своим коллегам. (Участники переписки далее обозначаются И.С., Н.Л., С.Ф.; Г.Ц., Ю.Шр.). Получилось своеобразное коллективное осмысление некоторых проблем, с которыми сегодня столкнулась лингвистика в связи с разработкой "искусственного интеллекта" (ИИ). В первой (I) части статьи собраны полученные ответы, части II и III можно уже считать началом дискуссии; они содержат развернутые комментарии Ю.А.Шрейдера (II) и Г.С.Цейтина (III). Не все вопросы, поднятые в переписке, получили достаточно серьезное освещение, однако в целом затронутый авторами круг проблем весьма интересен с точки зрения методологии ИИ. Редакция надеется продолжить эту дискуссию в последующих выпусках данной серии.

I. ВОПРОСЫ И ОТВЕТЫ.

ВОПРОС I. В чем сущность структурализма в лингвистике?

В чем изменилось Ваше отношение к устоям структурной лингвистики за последние 15 - 20 лет?

С.Ф. Структурализм - последовательное в научном методе, логически стройное направление в лингвистике, удовлетворяющее в основном требованиям математической модели. Я начинаю его с Харриса и его соратников.

Мое отношение до сих пор - восхищение. Как можно было до этого додуматься в обстановке господства историзма, лексикографии, фонетики и школярской морфологии без каких бы то ни было научных элементов синтаксиса! Дедушкой, конечно, является Соссюр - загадочная и не понятая современниками (да и сейчас не до конца) личность. Так же в свое время не был понят Щерба (И.С.: и Боуэн де Куртенз, и В.Я.Пропц...).

За последние 20 лет концепция структурализма по существу не изменилась, разве лишь развилась и обогатилась. Это свидетельствует о правильности пути с самого начала. И мое отношение тоже не изменилось.

Важнейшим постулатом классического структурализма, на мой взгляд, был постулат о нерелевантности критерия "значения" в лингвистическом исследовании, точнее - в представлении результатов этого исследования. Если бы он не был принят с самого начала, то никакой научной теории не получилось бы. Только недавно наука созрела настолько, что может покуситься на этот "орешек".

Коротко: структурализм сделал лингвистику естественно-научной дисциплиной.

Н.Д. Перед структурализмом - несколько удивлений: 1) от Соссюра: все определяют отношения, 2) расщепление одной сущности на разные формальные проявления (варианты и вариации фонемы, терминальный и нетерминальный символы для обозначения одной лексемы, разные именованья одного объекта в тексте), 3) в одной формальной поверхностной оболочке - много разных содержаний (омонимия), 4) возможность разных взглядов на одно явление (синтагма), 5) возможность разных членений одного целого на части (разные "нарезания" слова на элементарные смыслы, разные деления на тему-рему...), 6) идея "сдвига", ср. шифтеры Р.Якобсона, которая еще найдет свое развитие при объяснении динамики текста. Видно, если подумать, наберется еще немало удивлений.

Недовольство: формальных аппаратов больше, чем интересных содержательных объяснений. Очень много сущностей, которые не собираются ни в какую целую картину. Много структурности, мало системности. Это замечание к многочисленным современным моделям.

Очень личное пожелание: хочется красивого лингвистического обоснования такой единицы как "смысловое отношение", которое ни в коем случае не ограничивается понятием "семантического падежа".

В чем изменилось...? Стала внимательно относиться к моделям, описывающим поведение объекта "изнутри" (а не насильственным образом, когда надо обязательно увидеть в объекте то, что хочет лингвист). Это исследование внутренних свойств объекта видим в работах Б.Сухотина (понимание как дешифровка), А.Шайкевича (естественные классы), М.Мальковского (естественное обучение), И.Севбо (синтаксический рисунок как стиль автора). Хочется подобной же семантики текста. Назрела настоятельная необходимость работать не с "идеалом" (хорошо определенные формальные структуры), а с

реальностью (которая состоит в том, что идеал недостижим, к нему можно лишь приближаться, при этом всегда есть "неформализуемый остаток"). Кибернетическая система должна справляться с "остатками".

И.С. Структурализм столкнул лингвистику с того неспешного и ровного пути, которым она шла 2000 лет. Формализация и математизация методов исследования, создание моделей языка, алгоритмов анализа и синтеза текстов, бурное вторжение в семантику, естественно возникающий союз с ИИ, системы понимания текстов, диалог человека с ЭВМ, автоматический перевод 3-го и 4-го поколений... Таковы основные вехи развития лингвистики за последние 15-20 лет. Трудно сказать, сколько разных лингвистик обслуживает все эти направления. Еще труднее очертить границы и возможности той новой науки, в которую вливаются все эти лингвистики: очень много у нее приложений... Когнитология? Кибернетическая лингвистика? Гуманитарная кибернетика?

ВОПРОС 2. Существует ли язык смыслов?

Н.Д. Смысл существует, и для его выражения ничего лучше, чем естественный язык (ЕЯ) я не знаю. Идя навстречу пожеланиям ЭВМ, которая воспринимает тексты только в виде структур, можно очень существенно упростить ЕЯ, тогда мы и получим т.н. "язык смыслов". Но я считаю, что и его синтаксис, и его лексические единицы должны принадлежать какому-нибудь ЕЯ. Конечно, при описании "текста" на таком смысловом языке потребуются ввести разные метаобозначения и метаоперации, но это не меняет тезиса. При построении "текста" для ЭВМ естественный текст может проходить много промежуточных перекодировок, но это тоже не меняет тезиса.

С.Ф. Что значит "существует"? Где и как?

Если мы говорим о языке с объективной точки зрения, то есть лишь один язык - обычный. Объективная позиция - не зависящая от самосознания и внутреннего мира отдельных субъектов. Каков бы ни был субъект, что бы он один (или несколько) ни делал - он не изменит, и не заменит, и не создаст языка в объективном смысле. (Аналогия - попытка орфографической реформы). Язык в объективном смысле - достояние общества.

Искусственные языки становятся объективно существующими, с этой точки зрения, только когда ими начинает пользоваться общество. В этом смысле "язык смыслов" объективно не

существует - ведь общество им не пользуется. Ему достаточно обычного языка во всех ситуациях.

Может быть, этот язык существует объективно в физической организации речевых потенциалов индивидуумов? Но это пока недоказуемо, а я верю, что нет никакого физически объективного мира, отличного от естественного.

С другой стороны, "язык смыслов" существует "сам по себе", как некоторый искусственный язык, в работах (публикациях) представителей определенной научной школы (или школ). Общее же понятие "языка смыслов" сейчас мне представляется похожим на такие понятия, как "длогистон", "мировой эфир", "жизненная сила" (а также "значение" в лингвистике).

С.Шр.: Нет. Или существует как некий конструкт, как выделение (описание) опорных устойчивых семантических конструкций. Иными словами, это искусственный метаязык, конструируемый лингвистом.

Г.И.: В язык смыслов не верю. Мы его себе придумали по подобию языка синтаксических структур, поскольку не могли себе представить иного выхода за пределы синтаксического уровня. Но почему вообще какой бы то ни было язык может передавать СМЫСЛ непосредственно, и чем он в этом отношении должен быть лучше любого другого "просто" языка? Язык - это язык, а смысл - это смысл. При анализе конкретных текстов мы можем выделить единицы и структуры, которые можно четко отнести к семантическому уровню, но отсюда не следует, что возможно полное и универсальное представление текста на семантическом уровне. В зависимости от конкретной ситуации, или задачи, или внеязыковых знаний будут из одного и того же текста формироваться каждый раз разные и каждый раз неполные структуры семантического уровня. Если мне возразят, что тут я путаю семантику с прагматикой, я попрошу доказать, что семантика вообще существует. Представление о языке смыслов возникает, как мне кажется, из стремления строго описать задачу послесинтаксического анализа, не выходя за рамки лингвистики в ее нынешнем понимании.

ВОПРОС 3. Можете ли Вы назвать лингвистическую модель, адекватную с точки зрения задач ИИ? Является ли таковой модель СМЫСЛ-ТЕКСТ?

Н.Л. Модель СМЫСЛ-ТЕКСТ хорошо моделирует работу с традиционными понятиями лингвистики - словом и предложением, но, на мой взгляд, не имеет механизма построения структуры целого текста. Умеет работать с формой подачи смысла, но не

со смыслом. Смысл не равен тексту, он является результатом обобщения, осмысления текста, т.е. не выполняется эквиваленция СМЫСЛ=ТЕКСТ. (Вернее, смысл некоторого исходного текста может быть снова переведен в текст, но этот второй текст будет уже другим, гораздо более коротким текстом.) Не для всякого текста можно построить смысл, есть тексты "бессмысленные". Для одного текста могут быть построены разные смыслы в зависимости от того, какими "глазами" смотрят на него. Вопрос об адекватной лингвистической модели требует отдельной дискуссии, в которой должны принять участие и сами разработчики модели СМЫСЛ=ТЕКСТ.

С.Ф. О модели СМЫСЛ-ТЕКСТ много чего можно сказать. Это очень богатая модель. Наиболее общее в ней - новизна идей, последовательный структурализм на высшем уровне. Кроме того - основополагающая гипотеза о "языке смыслов" (см. выше).

На мой взгляд, это чистая модель перевода. Даны два языка - объективный, естественный (почему-то "поверхностный") и "язык смыслов" ("глубинный"). Модель - попытка решить задачу перевода в обоих направлениях.

По лингвистическому существу это не модель какой-либо "семантики" (кстати, что это такое - "семантика"?). Наиболее ценный результат этой модели - введение парадигматики там, где она почти не рассматривалась, а именно - в синтаксисе относительно регулярных сочетаний слов. Это грамматика фразеологии, в широком понимании фразеологии. Лексические параметры, функции и связанные с ними трансформационные правила на уровне ПСС прекрасно работают на уровне устойчивых оборотов в речи. Но как только вводятся аналогичные понятия и правила для текстов, организация которых обусловлена предметной областью (хотя бы и бытовой), сразу все становится "болотом". Важно обозначить предел этой модели.

Еще одно достоинство. В результате четкости формулировок и богатого фактического материала у структурных лингвистов возникло достаточно устойчивое представление о наборе ПСС-типов синтаксических связей. Я сам уже привык называть определительное отношение "шестым".

Очень важным в модели СМЫСЛ-ТЕКСТ представляется мне совокупность трансформаций (вывода) для относительно устойчивых словосочетаний в терминах удобных технических понятий лексического параметра и лексической функции. Однако лишь немногие из них можно считать языковыми, т.е. НЕ-предметны-

ми. Кроме того, одни из них, действительно, вряд ли можно задать через речевой канал (как предметные знания), но многие поддаются такому заданию, поэтому их нет нужды задавать "жестко". Здесь я подразумеваю такой теоретический принцип: все, что можно задать текстом, не надо вкладывать в систему при ее рождении. Только на таком пути мы избавимся от "семантического болота", т.к. в его (болота) пределах сейчас нельзя провести границу между "языковыми" и "предметными" знаниями.

Е.Шр. Модель СМЫСЛ-ТЕКСТ прагматически полезна, но не адекватна, ибо навязывает языку и речи неверную онтологию: она описывает нормативный узус и исключает из языка потенции и метафоры.

Г.Ц. Модель СМЫСЛ-ТЕКСТ оправдала себя на уровнях не глубже синтаксического. Главным я считаю выделение единиц разных уровней и описание соответствий между ними. Отсюда не должно следовать, что автоматическая переработка текста будет обязательно проходить эти уровни один за другим.

ВОПРОС 4. Возможны ли (и нужны ли) новые подходы в математической лингвистике?

Н.Л. Определенно нужны (а, значит, и возможны): необходимо работать с "многослойными" объектами и структурами, которые строятся текстом.

С.Ф. Математическая лингвистика — это теория моделей. Разработки требует теория математических моделей представления знаний. С точки зрения современного матобеспечения — это теория сетей (в широком понимании сетей — это, например, и модель клубов). Здесь мало результатов общего характера.

На уровне синтаксиса особенно (а тем более морфологии), и существенно меньше на уровне фразеологии (в широком смысле) сейчас имеются хорошие результаты. Даже в области синтаксиса текста они есть. Конечно, я имею в виду модельные результаты, а не практические.

Матлингвистика — все та же математика, хоть и прикладная.

А что такое "новые подходы"? Если концепции структурализма не устарели, а математика есть математика, то надо говорить не о новых подходах (идеях) в методологии, а о новых результатах. Но это уже другой разговор.

Г.Ц. Новые подходы всегда нужны.

Ю.Щр. Новые подходы нужны хотя бы для того, чтобы увидеть ограниченность и необязательность традиционных. Надежда на возможность может оказаться лишь иллюзией, но у меня такая надежда есть и связана с понятиями: целостность, симметрия и статус(ранг).

ВОПРОС 5. Что дали формальные грамматики лингвистике/ кибернетике/ искусственному интеллекту?

Н.Д. Возможность надеяться, что когда лингвистика, а значит, и ИИ справятся с содержательными задачами, за формальным аппаратом дело не станет, он найдется.

С.Ф. Формальные грамматики дали гигантски много. Развилась прикладная и общая теория и практика искусственных языков, без чего немислимы были бы современные ЭВМ и наша деятельность с их использованием. В том числе и деятельность по ИИ. Ведь без ЭВМ задачи ИИ вообще не могли быть поставлены, и были бы только достоянием научных фантастов.

Хомский сравним с Эйнштейном, что, кстати, часто говорят. Я не говорю уж о влиянии на лингвистику - что бы мы делали без теории формальных грамматик? Просто, видимо, некоторые считают, что эта теория была всегда (особенно наши ученики).

Г.Ц. Формальные грамматики для лингвистики/ИИ - то же, что игрушки детства для взрослого человека.

Ю.Щр. Формальные грамматики дали новые работы с формальными описаниями языка; по сути - умение переходить от естественного языка к формализованному фрагменту, имитирующему ЕЯ.

ВОПРОС 6. Каковы точки пересечения лингвистики с математической логикой?

Н.Д. Это хорошая подсказка для метаязыка семантики. Но свойства и законы математической логики нельзя строго переносить на ЕЯ-материал: не выполняются.

Г.Ц. Никаких специфических точек пересечения лингвистики с матлогикой не вижу. И то, и другое имеют разнообразные применения, в том числе друг к другу.

С.Ф. О математической логике в связи с языками (а не с лингвистикой!) у меня далеко не общепринятое представление.

Многие думают, что логика – это функция, свойство языка. Этот взгляд пошел от Аристотеля и его последователей и толкователей. В его книге "Аналитики" можно найти мысль, что логика – это правильное употребление языка. Кто употребляет его неправильно, тот неграмотный, плохо знает язык.

Часто можно услышать, что "учитель" вывел законы логики из самого языка. Однако это не так – не из самого языка, не столько из языка, сколько из его употребления в практической деятельности людей. А это уже прагматика, то есть двуединство: язык, употребляемый в определенной внеязыковой деятельности.

На мой взгляд, логика (математическая во всем ее многообразии, или какая-то другая) – это такая же предметная область, как, например, физика, геометрия, быт нации или законы преступного мира. Физика, например, создается на основе практической деятельности в реальном мире (как Лазар Карно постулировал законы термодинамики). То же следует сказать и о логике.

Часто смешивается статус логики в языковом смысле и статус логики как основного аппарата в научной (да и не только в научной) деятельности людей. Но не нужно смешивать язык с метаязыком!

У меня есть друг, который всерьез утверждал как-то, что предложения типа "дважды два – пять" или тексты, в которых не соблюдается "модус поненс", – это не русские предложения. Хотя он очень квалифицированный специалист в лингвистике и семантике, но к сожалению, является логиком по образованию.

Ю.Шр. Очень трудный вопрос. Каковы точки пересечения науки о языке и о мышлении? Думаю, что сам вопрос бесперспективный.

ВОПРОС 7. Каков основной критерий интеллектуальности (если забыть слишком антропоморфный тест Тьюринга), или: можно ли достаточно определенно отличить "интеллектуальную" систему от примитивной?

Н.Д. Есть разные степени интеллектуальности системы (как и человека). Интеллектуальной я бы назвала систему, которая превращает хаос в структуру, поток слов – в лаконичную

мысль, в частности, строит структурную формулу предложения. Но это организующий интеллект, интеллект композиции. Есть творческий интеллект, способный делать "открытие". Построить СМЫСЛ (или доказать, что он не строится) для данного ТЕКСТА при заданных ТЕЗАУРУСАХ (объективном и субъективном) — значит сделать "открытие" на этом ТЕКСТЕ. Смоделировать это — высшая задача ИИ. Она невыполнима без механизмов обратной связи, самообучения, пересмотра системой своих начальных (или подсказанных извне, человеком) решений. Создание таких механизмов отношу к компетенции лингвистики.

Г.Ц. Критерии интеллектуальности искать не хотелось бы, тем более, что сообщается, что Финн уже нашел. По моему мнению, различие не качественное, а количественное. Параллельный вопрос — критерии интеллектуальности для животных.

...Ставить в нынешней ситуации задачу отграничения интеллектуальных систем от просто работающих, по-моему, вредно. Я не жду, что Искусственный Интеллект явится нам в один прекрасный день неожиданно и сразу во всей мощи (и конечно же, примется сразу же подавлять человека, пить его кровь и все такое). Он придет и уже приходит к нам в рамках разнообразных задач и действующих систем сегодняшнего дня, какими бы скромными ни казались нынешние достижения (типа всяких "меню" в разговорах с базами данных). Если сегодняшние теоретики ИИ и лингвистики будут эти потребности и эти достижения игнорировать, то все, что надо, сделают за них практики, только хуже и позже. Нельзя игнорировать практические достижения, скажем, экспертных систем типа MUCIN или систем программирования типа ПРИЗ только из-за того, что они не решают привычных нам проблем морфологического, синтаксического и иного анализа. Да что там MUCIN! Обыкновенная, всяду распространенная ОС ЕС, решающая текущие вопросы управления ресурсами машины и постоянно (не без основания) ругаемая, упреки получает в основном за глупые решения; а это значит, что к ней относятся не просто как к программе, а ждут от нее ума, видимо, потому, что уже привыкли к его проявлениям.

В общем, как бы нам не проспать реальный ИИ, пока мы грезим о романтическом.

Ю.Шр. Для меня сегодня примером интеллектуальности служат шахматные программы. Они умеют выделять нетривиальные сходства и проводить нетривиальные различия. Вообще, интеллект мне хочется определить как способность к нетупым анало-

гиям: умение действовать по шаблону и преодолевать шаблон. В ИИ это означает иметь богатый выбор шаблонов и сложную систему их переключения. Здесь нет претензии на общезначимый ответ — я только пытаюсь описать свою интуицию.

С.Ф. Тест Тьюринга забыть нельзя — до сих пор это единственный тест на интеллектуальность, и думаю, что ничего другого быть и не может. Дело в том, что "степень интеллектуальности" — это человеческая оценка. Пока мы не научимся определять эту степень у людей, разговор будет несерьезен. А у людей пока — это тест Тьюринга, ничего лучшего нет.

Напомню слова Таубе, которые повторяет Дрейдус. Примерно так: человек—"создатель" строит машину, которая как-то себя ведет при взаимодействии с человеком, а потом автор объявляет "по определению", что это и есть интеллектуальное поведение. Любые попытки определить "интеллект" на основе конструктивных, или даже функциональных, но не "человеческих" свойств модели неизбежно приводят к этому порочному кругу. Дело в том, напоминаю, что оценка степени интеллектуальности — это человеческая оценка, уточняющаяся в процессе человеческой деятельности, хотя бы даже и в общении с машиной. Только когда модель обнаруживает достаточно сложное и адекватное (именно для человека!) поведение, она начинает (нами!) считаться интеллектуальной.

Поистине — врачу, исцелился сам!

ВОПРОС 8. Роль лингвистики в моделировании "понимания"
Лингвистические методы представления знаний.

И.И. Именно лингвистика должна дать язык понимания, т.е. элементарные единицы понимания и правила их сборки в максимальные единицы. Она должна обеспечить содержательное ранжирование лингвистической информации, она должна определить критерий выделения сильной семантики из слабой. Формулировка знаний — тоже текст, но в нем оставлено только главное, только единицы понимания, только смысл, и выброшена словесная часть. Насколько является лингвистикой вычленение смысла из текста, настолько же относится к лингвистике и построение сети знаний. Автоматическое формирование сети знаний на основе анализа многих текстов — задача полностью лингвистическая. Знания — это текст, создаваемый коллективным разумом и растянутый во времени. Он имеет все свойства нормального текста (сюжет, композицию, одновременно неполноту

и избыточность, содержит неверные, тупиковые ходы и т.д.). Для качественного представления знаний должны быть хорошо изучены законы построения естественного текста.

С.Ф. Роль лингвистики в моделировании "понимания" скудна. Дело в том, что лингвистика традиционная, как и классическая структурная (см. Хомского), всегда открепивалась от прагматики ("перформация" по Хомскому) как от нелингвистической задачи. Неудивительно, что наиболее продвинутые системы ИИ созданы не лингвистами, а специалистами по программированию ("компьютер сайенс"), изучившими нужные элементы структурной лингвистики. Но это ненормальное положение. Программисты не могут решить фундаментальные проблемы использования языка. Для этого нужны лингвисты, продолжающие накопление и обработку своих знаний в этом направлении.

"Лингвистических" методов представления знаний пока не существует. Все методы представления знаний сейчас относятся к математике и программированию. И это плохо. Нужны "лингвистические" методы, но их нет.

В.Шр. Понимание как феномен есть предмет лингвистики. Насчет "представления знаний" могу лишь заметить, что оно-то как раз требует нормировки языка. Лингвистическая проблема — это осуществление перехода от информации на ЕЯ в документе к записи на нормированном языке.

Г.И. Роль лингвистики в моделировании понимания очевидна, если пониманию подлежит ЕЯ. Вместо лингвистических методов представления знаний предпочел бы говорить о методах представления лингвистических знаний.

ВОПРОС 9. Каковы необходимые ингредиенты "сильной" модели Искусственного Интеллекта?

С.Ф. "Сильная" модель ИИ необходимо должна удовлетворять критерию Тьюринга. Но как этого добиться?

Задача моделирования использования языка имеет, на современный взгляд, необыкновенную комбинаторную сложность. В печати можно найти цифры, характеризующие необходимые (по мнению авторов) ресурсы памяти и времени для современных ЭИМ. Это астрономические, и зачастую и комбинаторные числа (по классификации Колмогорова). Ясно, что на этом пути мы зашли в тупик. Если мы верим, что все-таки проблема может быть решена, то надо выбрать другой путь. Какой?

Г.Ц. Для "сильной" модели ИИ считаю необходимым знание предметной области (или многих областей), включая и умение пользоваться в этой области языком; если идти дальше, то нужно еще и умение пополнять свои знания, как через языковой канал, так и через собственное обобщение. Знания должны быть как в декларативной форме (общие знания), так и в процедурной (конкретные умения, в том числе умение пользоваться общими знаниями).

Н.Л. Наличие человеческих свойств: кроме логики, еще и воображения, ассоциативного мышления и даже "женской логики".

Ю.Щр. Какие нужны ингредиенты? Не знаю, но думаю, что дефицитные.

ВОПРОС 10. Каковы пределы диалогов на ЕЯ с ЭВМ?

Назовите попутно возможные области приложений.

С.Ф. В идеале пределов диалога с ЭВМ не должно быть. Но пока этого нет. Однако уже сейчас в ограниченных (информационно) предметных областях и ограниченных (прагматически) областях деятельности можно говорить о практически полезных диалогах, начиная с анкетного (типа тренажера с выбором ответов) и кончая (пока) системами типа системы Кодда "Рандеву", которая на основе реляционной концепции вполне реализуема для практического употребления.

А чем не диалог с дисплеем на современной ЭВМ? Можно играть с машиной в шахматы или заставлять ее физически переверстывать текст для набора по словесным замечаниям редактора.

Г.Ц. Пределы диалогов на ЕЯ с ЭВМ - принципиальных пределов не вижу, кроме наличия потребности в таком диалоге. Назовите попутно невозможные области приложений.

В нынешних условиях диалог на ЕЯ с ЭВМ должен обеспечивать связь с большой и сложной базой данных и/или системой прикладных программ в задачах типа АСУ, САПР и т.п. На сегодня препятствие к этому - излишняя примитивность и ограниченность средств самих этих систем, так что опытному пользователю будет только мешать ЕЯ (есть примеры, систему ПОЭТ при практическом внедрении пришлось специально ухудшить (Э. Попов - А. Преображенский), в системе ДИСПУТ улучшение синтаксиса вызвало возражения пользователей (Л. Микулич)). Использование

ЕЯ с такими системами целесообразно либо для эпизодического пользователя, либо при одновременном использовании многих непохожих систем — для унификации языка обращения к системе (уже сегодня люди часто отказываются использовать готовую чужую систему из-за необходимости осваивать новый язык); последний вариант и кажется мне настоящим путем к освоению ЕЯ для ЭЕМ.

Пока мы тут дискутируем, налажен выпуск (в том числе и в СССР) электронных переводчиков типа карманных калькуляторов, где хранится двуязычный набор-слов и шаблонов, которыми разрешается пользоваться. Так что, если раньше шаблоны применялись для выдачи сообщений человеку из машины (скажем, из операционной системы), то теперь иностранец, вооруженный такой машиной, сможет сказать что-нибудь вроде "мне нужно (1, 2, 3, 4, 5) билетов на (поезд, автобус, самолет, летающую тарелку) до (Москвы, Суздаля, Лондона, Киптера)". А если захочется поговорить по душам, то и тут найдется какое-нибудь "у меня (1, 2, 3, 4, 5) (детей, внуков, жен) в возрасте от (1, ..., 99) (лет, месяцев) до (2, ..., 100) (лет, месяцев), я их (очень, не очень, безумно, совсем не) (люблю, уважаю)". Так что спешите реагировать (или обращайтесь в магазин "Электроника").

Н.Л. Диалог с ЭЕМ необходим, чтобы получать информацию из сложных объектов типа Текст, которыми располагает ЭЕМ (собственно текстов, Знаний в разных видах, банков данных и др. возможных источников). Предел здесь — точно такой, как и доступный нам предел автоматического понимания текста (а не пустой болтовни). При этом для ведения разумного, полезного диалога с ЭЕМ важно не только находить ответ, но и уметь порождать вопросы, релевантные относительно данного материала. Любой связный естественный текст устроен, как диалог: каждое следующее высказывание является ответом на какие-то вопросы, выдвинутые предшествующими высказываниями. Адекватный устройству текста механизм анализа, понимания этого текста должен, во-первых, зафиксировать в некоторой структуре понятую, позитивную часть высказывания (она образует массив, из которого могут формироваться ответы на вопросы к данному тексту), во-вторых, вопросительную часть высказывания, то, что не понято на данном участке текста и на что ожидается ответ последующими высказываниями. Эти вопросы подсказаны смыслом употребленных слов и выражений ЕЯ.

Так сам текст учит человека задавать адекватные вопросы.

Ю.Шр. Диалог с ЭЕМ никогда не идет на ЕЯ. Последним владеет лишь человек.

ВОПРОС 11. Что может дать лингвистика банкам данных (БД)?

С.Ф. Лингвистика ничего не может дать в области функционирования БД на ЭЕМ. Она может только облегчить доступ (интерфейс) к БД, предоставив входной язык типа естественного.

Ю.Шр. Возможность автоматического пополнения через массивы документов.

Н.Д. Если представление Знаний для меня подобно "тексту" (описывает целую большую научно-техническую ситуацию), то БД подобны словарям, хранящим разные списки, однородные в каком-либо отношении: тематически или структурно. Лингвистика дает язык представления единиц этих списков, язык обращения к ним и общения с ними пользователя; она же ответственна за грамотное лингвистическое наполнение БД, т.е. за правильное выявление нужных единиц при анализе разных "текстов", за их правильную сортировку при вводе в БД.

ВОПРОС 12. Что сменилось за последние 15 лет в осознании процессов автоматического перевода (АП) (у Вас и в мире)?

Н.Д. Я всегда считала главным в АП процесс преобразования информации, а не синтаксические и лексические замены. Никакая автоматизация невозможна без потерь; в АП важно терять "воду", мало ценную информацию и сохранять главный смысл, информационную суть текста, только это и нужно специалистам. Синтез может быть очень простым с точки зрения используемых средств. ЕЯ, главное — синтез информации.

Сейчас изменилась масштабность работ. Работа с реальным текстом и много сложнее, и много интереснее, чем сочинение алгоритмов только для идеального, всегда "правильного" материала. И, конечно, самое увлекательное — найти выход, выскочить из каскада неоднозначности и неопределенности, которые не уменьшаются при переходе ко все более высоким уровням анализа (как принято было считать и как я тоже долгое время считала), а растут. Правда, растут на локальных участках текста, а гасятся при переходе к явлению "целого

текста", здесь и нужно искать разгадку.

Сколько-то приемлемый АП (с реальным входом и реальным выходом на потребителя) возможен только через модели понимания.

Ю.Шр. ...Понимание того, что АП - это путь к решению проблемы общения через принудительную его нормировку, через стирание национальных особенностей. Это по сути бесчеловечное решение проблемы коммуникаций и о нем надо тревожиться уже сейчас, пока еще не поздно. К языку нельзя относиться как к инструменту. Тогда он и превратится в инструмент, контролируемый машинной цивилизацией, в **Newspeak**.

Г.Ц. АП не отождествляется более с задачей автоматического анализа (понимания текста, формального описания ЕЯ и т.п.). Стал конкретной практической задачей, в которой временами приемлемы и низкокачественные промышленные решения. Осознана неразрешимость АП как изолированной проблемы.

С.Ф. За последние 15 лет я пришел к выводу, что решение проблемы АП эквивалентно решению проблемы ИИ. Кажется, не только я придерживаюсь этой точки зрения.

ВОПРОС 13. Фреймы - это научное понятие или повод к игре ума?

Н.Л. Никакой игры и никакого особого ума в них нет. Это полезное рабочее понятие, которое все понимают по-разному. Самое общее в нем: это кусок структуры, который может восприниматься системой как целая единица - при заполненных местах, и как гипотеза о будущей единице - при незаполненных местах. Очень важно смоделировать свойство подвижности такой единицы, ее гибкого заполнения и изменения в зависимости от условий, в которые она попадает.

Ю.Шр. Когда фреймы будут произносятся фрейма́, вот тогда будет игра ума. Пока же это лишь выражение интенции.

Г.Ц. Фреймы (13!) (они же рамки, скелеты, фрамуги) - обобщение ряда подходов к представлению знаний, возникших примерно в первой половине 70-х годов (у нас - УТОИСТ), и в качестве такого обобщения - стимул для дальнейшего развития таких подходов. Точного смысла в этот термин М.Минский не вложил, так что это скорее характеристика подхода, чем конкретное понятие. Этот подход в качестве метода представления знаний, видимо, адекватнее, чем претендующая на универсальность логика предикатов любой степени.

С.Ф. Фрейм - это глубокое научное понятие. Я объясню это так. Я считал (работая в лингвистике), что информация передается в речи свободными, а не заранее обусловленными (фразеологическими) сочетаниями. Если я скажу "оказывается верным", то эту мысль только так и можно передать - другие слова здесь будут неверными в силу устройства языка. Однако если я скажу "этот шар - красный", то человек, слушающий меня, получит из сочетания слов "шар" - "красный" новую информацию, тогда как из сочетания слов "оказывается" и "верным" он никакой новой информации не извлечет - здесь информация передается всем сочетанием, а не выбором его компонент. Это чисто теоретико-информационный взгляд; новое - это всегда неожиданное. С этой точки зрения казалось бы, что если диалог содержательный, то в нем все сочетания слов должны быть неожиданными, все должно быть новым. Однако это не так. Если проследить за своей, да и за чужой речью, и за любыми реальными текстами, то оказывается, что мы в сообщении указываем, как правило, только малую часть нового - "хвостик", тогда как основная масса речи тратится, на первый взгляд, впустую - только для того, чтобы привязать новое к уже известному старому. Это и есть идея фреймов.

ВОПРОС 14. Перспективны ли идеи размытых множеств для ИИ?

С.Ф. Ничего не могу сказать прямо о размытых множествах. Хотя для стратегии диалога, может быть, окажется полезной идея "приближенного вывода", когда в имеющихся знаниях, представленных как сеть, поиск идет до определенного порога (расстояния в сети), и этот порог может динамически меняться в зависимости от внеязыковых причин. Тогда мы получим, что на одинаковые вопросы система (при тех же знаниях) может давать разные ответы в зависимости от постороннего стимула. Можно предполагать, что при небольшом изменении порога естественно ожидать небольшого изменения ответа. Но все же это очень сильное предположение об "устойчивости". Мне кажется, что подобные ситуации имеют отношение к идее "размытости" (также к "непрерывности").

Г.Ц. Размытые множества отражают вполне конкретную и реальную особенность семантики ряда слов ЕЯ. Их роль для ИИ в целом мне кажется сильно преувеличенной - нельзя вписывать размытость всюду, где мы чего-то не знаем.

Н.Л. Саму постановку вопроса о размытости смысла считаю плодотворной. Это явление поражает при работе с текстом. Лингвистика должна объяснить содержание "размывания" на содержательном уровне. Прикладная лингвистика уже доросла до того, чтобы хотя бы начать объяснять, какие объекты бывают "размытыми", в чем состоит это "размывание" и даже, насколько, какова степень "размытости".

Ю.Шр. Размытые множества - лишь способ замаскировать трудности громоздким аппаратом.

ВОПРОС 15. Является ли область ИИ научной дисциплиной? Какой фундаментальный принцип ИИ грезится Вам?

С.Ф. Область ИИ является естественно-научной дисциплиной. Фундаментальный принцип должен быть следующим. Не надо надеяться, что система, построенная жестко, будет вести себя "от бога" как надо. Следует строить системы, которые можно обучать, как ребенка, по речевому каналу. А то, чему мы не можем обучить по речевому каналу - и только это - надо вкладывать при рождении, хирургически.

Г.Ц. Название ИИ выглядит слишком рекламно для конкретной научной области, и можно спорить, попадают ли сюда вопросы распознавания образов, эвристика или робототехника. Более серьезное, хотя и узкое определение научной области - представление знаний. Встречал термины когнитология, Cognitive Science, Cognology.

Фундаментальный принцип? - Не грезится. Хочу дожить.

Н.Л. Безусловно, да. Это теория понимания, теория вычленения смысла из потока сознания. Очень надеюсь, что она превратится в теорию ИИ (естественного интеллекта).

Принципы систем ИИ? - Способность к самоописанию, самонаблюдению, самообобщению. Самокритичность и самоисправление. Чуткость к любой информации (а информацией является даже отсутствие каких-либо изменений и сообщений в течение длительного времени), постоянный пересмотр своих позиций и выводов. Перечисляю эти принципы только потому, что считаю их реализуемыми.

Ю.Шр. Нет, ибо нет ни предмета, ни собственного метода. ИИ - это движение в науке, объединенной общими ценностями - верой в то, что: а) сознание человека имеет машиноподоб-

ный характер, б) в силу этого ЭВМ может реализовать подлинно интеллектуальные задачи и в) заниматься этим хорошо и приятно. Перефразируя Анри Барбюса, скажу так: ИИ — это кибернетика сегодня, только более прагматичная, без благородного идеалиста Ляпунова. Я бы предложил вместо ИИ говорить ИИ — протезирование интеллекта.

ВОПРОС 16. Не считаете ли Вы, что нам (как, впрочем, и другим специалистам по структурной лингвистике и ИИ) не хватает чувства юмора, способности к самоиронии; рефлексии о собственных занятиях?

Г.Ц. Не хватает нам, думаю, не столько самоиронии, сколько целеустремленности (отсюда тенденция уходить чуть что в глубокую лингвистическую, а то и философскую теорию; да и вообще быть ироничным, как я читал в "Литературной газете", нынче очень модно). Мне лично в данной ситуации самоирония заменяет сознание ограниченности любого конкретного результата, какой я способен получить.

И.С. Сделано много — и все это механи(сти)ческие модели, Ньютоновские, что ли, Евклидовы. Скачок в новое качество грезится в поле бинарной "лево-правой" модели, где "дискретное" умеет вести диалог с "континуальным". Цикл работ Бяч. Вс. Иванова и Ю.М. Лотмана заставляет размышлять о новых возможностях в моделировании "искусственного разума" ("Мозг — текст — культура — искусственный интеллект"), и если авторы не предлагают метода моделирования, то по крайней мере позволяют взглянуть на вещи с неожиданной стороны.

Г.Ц. Разговоры о будто бы недостающей нам "континуальной" или "лево-правой" и т.п. модели я считаю типичной журналистикой, чтобы не сказать хуже. Новые аспекты языка и новые подходы к моделированию нам, конечно, будут открываться, и так должно быть, и я думаю, что они будут гораздо интереснее и необычнее того, что можно нафантазировать на путях "континуальности", "размытости" и всего подобного. Если и верно, что новая теория должна быть достаточно "сумасшедшей", то это не значит, что мы к ней придем скорее, если будем преднамеренно затуманивать свой разум.

II. КОММЕНТАРИИ К ПЕРЕПИСКЕ

1. О составе. В переписке участвуют люди, состоящие в движении "Математическая лингвистика (МЛ) — автоматический перевод (АП)" с самого начала. По крайней мере, часть из них считает, что искусственный интеллект (ИИ) есть естественное продолжение старого движения. Для людей, пришедших в ИИ недавно, такая связь не столь очевидна: порой они просто не хотят читать работ предшественников, даже имеющих прямое отношение к делу. Работы о проективности, вероятно, для ИИ совсем не интересны. Надо отметить и то, что движение "МЛ-АП" породило значительную струю, которая совсем не имеет отношения к ИИ. Речь идет о занятиях формальным описанием конкретных языков (Зализняк, Кибрик, Кодзасов и др.). В известном смысле это течение гораздо больше сохранило из "МЛ-АП" и имеет право считать себя его прямым наследником.

2. О предмете разговора. Как ни странно, все участники говорят об одном и том же — о некоторой области знания, которую удачнее всего (как заметили И.С. и Г.Ц.) определяет слово "когнитология". С.Ф. пишет, что главным в структурализме "был постулат о нерелевантности критерия значения". Сегодня же изучение "значения" есть основная проблема. Тем не менее, смысл в исходном постулате есть. Задача состоит в том, чтобы изучить "значение" (или знание), не опираясь на собственное владение этим знанием, т.е. описать его объективно — из позиции, не связанной собственными суждениями о значении. Иначе говоря, следует систематически отделять знание исследователя от знания носителя языка. В таком виде постулат структурализма остается состоятельным.

Поясню примером: фраза "я знаю, что он знает (или не знает), что мел белый" подразумевает, что я сам тоже знаю, какого цвета мел в действительности. Но фраза "я знаю, что он знает, какого цвета мел" этого не подразумевает. Первое есть знание "экзаменатора" о знаниях испытуемого. Второе есть знание исследователя чужого знания. Второе есть тот самый образец, к которому следует стремиться.

То, что "структурализм сделал лингвистику естественно-научной дисциплиной" (С.Ф.) — не его заслуга, а его беда, которую мы до сих пор не можем расклевать. Мы упорно пытаемся увидеть в слове физический объект и, тем самым, описывать

несуществующий смысл слова. А в действительности есть традиции или нормативы употребления слова или словосочетания, представляющие память культуры.

Смысл (значение) — связан с этими культурными нормативами. Они — то и подлежат изучению. При этом надо помнить, что описание меняет язык, вводя в него новый авторитетный норматив (описание физического объекта не меняет природы данного объекта).

3. О реальности ИИ. Прекрасно написал Г.Ц.: "Я не жду, что ИИ явится нам в один прекрасный день неожиданно". Действительно, мы привыкаем к происходящему и однажды обнаружится, что то, о чем мы мечтали, давно уже существует, но очень непохожее на мечту. Вполне возможно, что в занятиях ИИ мы сами неуклонно глупеем и снижаем наши требования (сильные научные результаты часто к этому ведут).

Введение вместо ИИ когнитологии принципиально важно. ИИ без успеха — нонсенс. Когнитология может иметь результатом и доказательство невозможности ИИ, что было бы первоклассным результатом. Наука не должна зависеть от успеха. Стоило бы попробовать сформулировать программу когнитологии — очертить ее предмет, допустимые методы, сферу незнания.

4. О смене поколений. Разницу между "МИ-АП" и "ИИ" можно видеть в смене установки, отражающей смену поколений. В старой программе цель была описать язык (как структуру, как действующую модель и т.п.). Модель "Смысл — текст" по замыслу была универсальной. Сегодня критерий универсальности прочно забыт, а осталась лишь цель — действующая модель. Действующие модели строятся, но модели чего? Этот вопрос перестал интересовать участников. Старое поколение включало подлинных гуманитариев (они писали стихи, интересовались профессионально литературой, знали филологические традиции). Они часто считали нужным "преодолеть" свою гуманитарность, но им было чего преодолевать. Сегодня на авансцену вышли смелые "инженерные лингвисты" (термин Р.Г.Пиотровского оказался очень уместным). Они не боятся замахиваться на действующие системы, и судьба им улыбается.

Но кое-что (подспудная гуманитарность, ориентировка на описание реального языка и т.п.) безвозвратно утеряно, и об этом можно лишь пожалеть.

Впрочем, есть надежда, которую отчасти посеяли Г.Ц. и

И.С., что необходимость развивать когнитологию потребует новых гуманитарных интуиций и серьезной рефлексии методологов. Здесь возможна реставрация утерянных ценностей и создание необходимого культурного контекста для машинных игр. Но где же тот, кому суждено поднять на себя эту тяжесть? Наше поколение могло бы попытаться сформулировать научную программу этой будущей области, но кто из нас смог бы показать образец конкретной работы? Ю.Щр.

III. КОММЕНТАРИЙ К КОММЕНТАРИЮ

Сводный документ, составленный из ответов на вопросы, — это еще далеко не дискуссия. Ответы разных участников на одни и те же вопросы оказывались часто разноплановыми из-за того, что никто не знал, как воспримут вопросы другие. Комментарий Ю.А.Шрейдера, по существу, начинается дискуссию. Я не согласен называть МЛ — АП — ИИ "движением". В данном случае я считаю, что мы занимаемся "делом" (и без кавычек тоже делом), а не каким-то расплывчатым "движением". По-моему, ни ИИ, ни тем более АП, черт движения не имеют. Можно было думать о движении в конце 50-х годов, после того, как наши философы и газетчики сперва шельмовали кибернетику, а потом вдруг сделали ее сверхмодной, и когда в популярных философских брошюрах появлялись разъяснения насчет того, что машина, конечно, может решать дифференциальные уравнения численно гораздо быстрее и точнее, чем человек, но вот зато решение их в общем виде (т.е. аналитически) машине принципиально недоступно. В этих условиях на задачу АП можно было смотреть как на еще одно опровержение надуманных ограничений на возможности машины, и это могло объединять АП (тогда писали: МП) с другими направлениями, с теми же шахматами, самообучением и распознаванием образов. Но времена кибернетической романтики прошли, а общекибернетические идеи типа универсального решателя или самообучения или универсального представления знаний о мире (= языка смыслов?) оказались для конкретных задач лингвистики и ИИ непродуктивными. (Что касается самообучения языку, необходимость которого в последнее время настойчиво подчеркивает С.Я.Витталов, то не буду называть это безнадежным в принципе, но на сегодняшний день мы не имеем для этого подходящих инструментов.)

На сегодня ИИ нельзя назвать движением и потому, что в нем не представлен широкий спектр научных специальностей. Не видно пока активного участия со стороны психологов и социологов (хотя социальная природа интеллекта, кажется, не вызывает сомнений), молчат нейрофизиологи (и осталась гласом вопиющего в пустыне известная заметка М. Минского "Plain talk about neurodevelopmental epistemology"). Работают в этой области пока в основном представители некоторой вновь формирующейся науки о мышлении (cognitive science), собравшиеся из логиков, программистов и психологов, и представители старой, как мир, науки о языке; в общем, именно те, кому положено, а что мышление неотделимо от языка, это давно известно.

Я не согласен с Ю.А. Шрейдером в вопросе, является ли ИИ преемником традиций АП. Я думаю, что да, хотя, возможно, он может помнить за собой и другие истоки. Работы по формальному описанию конкретных языков я не считаю продолжением линии "МЛ-АП". Традиции формального описания языков существуют в лингвистике с давних времен (может быть, с санскрита), в контакте с АП они могли обогатиться, но, как мне кажется, сохранили самостоятельность и свои критерии оценки. Что кто-то из новых исследователей не читал прежних работ, это было и будет, а проективность всерьез не понадобилась в ИИ лишь потому, что пока можно довольствоваться более слабыми описаниями языка (а мне вот уже потребовалась).

Говорить сегодня о том, что возможным научным результатом когнитологии будет доказательство невозможности ИИ, похожему, несерьезно. ИИ — это передача машинам интеллектуальных функций человека, а это есть и сейчас, хотя успехи пока еще невелики. Шрейдер полагает, что мы в ИИ снижаем наши требования (а еще и глупеем — но это уже независимо от того, занимаемся ли мы ИИ); я бы сказал, что характер наших требований меняется и осознается степень их реальности. Передача машинам интеллектуальных функций человека в ряде конкретных приложений и во все большей степени — это реальность ближайшего будущего. А что нам еще предлагают понимать под ИИ? Искусственное создание устройства, интеллектуально равноценного человеку? Или, может быть, перенос конкретной человеческой личности в такое устройство? Уже сегодня ясно, какой невероятный объем работы необходимо здесь проделать в предположении, что принципиальные ограничения, кроме чисто количественных, будут, в конце концов, преодолены. Но главное — то,

кому и зачем это необходимо? Не лучше ли заниматься реальными проблемами, а не надуманными?

Теперь к вопросу о естественно-научном характере лингвистики и о права на абстракцию. Кто это упорно пытается увидеть в слове физический объект, я не знаю, так же, как не знаю, почему исследование чего-либо естественно-научными методами несовместимо с социальным (культурным, гуманитарным) характером исследуемого объекта. Человеческое сердце не стало нам менее дорого и не перестало быть символом эмоциональной жизни человека из-за того, что на нем научились производить хирургические операции. "Физика" не отменяет и не отрицает "лирику", а пресловутый спор на тему "физиков-лириков" я считаю истерической реакцией некоторых "лириков" на утрату ими монополии на культурность.

Кстати, от социального характера языка мы и не отвлекаемся, иначе все наши исследования ограничились бы "глубокими" проблемами вроде того, при каких значениях k класс KC -языков Z_k^* является собственным подклассом класса Z_k^k и допускает ли эта проблема распространения на отрицательные значения k . Даже при работе с искусственно созданными языками программирования нельзя отвлечься от социальных факторов, таких, как возможность образования диалектов языка и его приспособления ко вновь разрабатываемым системам, взаимоотношения с алфавитами национальных языков или поддержка отдельных языков крупными фирмами или ведомствами.

Другое дело, что исследование языка естественно-научными методами предполагает специальное выделение немногих аспектов языка и отвлечение от всех остальных. Тут-то и начинаются упреки в "дегуманизации", хотя на самом деле абстракция нужна лишь временно. Так было со "значением" (или "смыслом", или как его там); теперь мы к нему вернулись на новой основе, и думаю, что понимаем в нем больше, чем если бы сидели все эти годы, приставив палец ко лбу и размышляя над значением значения и смыслом смысла. Так и нынешняя волна "инженерной лингвистики" (я имею в виду не только учеников Р.Г. Пистровского) — это не только поспешный ответ на запросы сегодняшней техники, но и преодоление другого, долго не осознававшегося ограничения в моделировании языка — установки на универсальность модели, на по возможности полный охват описываемого языка. (Я об этом писал в ст. "О соотношении естественного языка и формальной модели", в "Вопросах

кибернетики", М., 1982). Когда мы выйдем и из этого цикла, нам будут доступны не только широкие описания языка, но и такие вещи, как эволюция языка, межъязыковые контакты, освоение языком новых областей деятельности, а также метафоры, по которым тосковал кто-то из участников дискуссии. И гуманитариям по-моему, незачем преодолевать свою гуманитарность.

И не думаю также, что произошла необратимая подмена первичной цели — полного описания языка — вторичной целью — построением действующей модели. По-моему, актуальна каждая из этих целей сама по себе, а их достижение взаимообусловленно. Конечно, можно создать действующую модель кое-как и на том успокоиться, но настоящее развитие возможностей моделирования (в том числе для узкопрактических целей) невозможно без адекватного описания языка; и обратно тоже.

Я хочу обратить внимание на одну опасность, которую удобно выразить литературной цитатой:

"... идея в том, что мы ощущаем не одним каким-то органом, а всеми сразу, а кроме того, еще и историей своего организма. В его клетках запечатлеваются воспринятые образы, формируется память тела, вроде памяти ЭИИ, на магнитном барабане, или фотопамати, которую еще предстоит разработать. Всё это вместе принято называть душой. Душа резонирует в ответ на сигналы внешнего мира, возникает мысль-чувство, циркулирующая по ячейкам, или регистрам памяти. Получается очень цельно. ... в моей трактовке тело становится духовным, а душа — материальной. Все споры насчет первичности того или другого отпадают — ведь они вытекали из их противопоставления. Что было раньше: курица или яйцо? В моей концепции такого вопроса возникнуть не может: яйцо есть курица, а курица есть яйцо..."

Возможно, вы уже узнали в авторе этого отрывка Павла Васильевича Рубакина, персонажа повести И. Грековой "Кафедра" ^{*/}. Я полностью разделяю оценку процитированных мыслей, данную главной героиней повести, доцентом Астаховой: м у т н о м с л и е .

Не собираюсь ставить знака равенства между всякой рефлексией и подобным мутномыслием. Но мутномыслящие ползут изо всех щелей, цепляются за любые высказывания общего характера

^{*/} Новый мир, 1978, № 9, с.84.

и переиначивают их на свой лад. Это они сделали своим знаменем ни в чем не повинную теорию нечетких множеств (нечеткие ведь!), они раздувают шумиху вокруг всякого нового словечка и сбивают с толку молодежь, интересующуюся наукой. Мне кажется, мы недооцениваем их опасность. Дело не только в том, что мы от них плохо отмежевываемся. Мутномыслие — это рассуждения при недостатке конкретной информации. И поэтому, когда мы встречаемся с необходимостью обсуждать общие вопросы и перспективы, мы объективно подвержены той же опасности: либо прямо попадаем на удочку мутномыслящих, либо серьезные мысли высказываем так, что они неизбежно воспринимаются другими как мутномыслие. Чтобы не тревожить других участников дискуссии, расскажу, как однажды сам чуть не сотворил "право-левую" модель (и даже готов был реализовать ее на машине). Правда, про то, что она "право-левая", я догадался уже задним числом, но и в основе модели было немало соображений чисто априорного характера. (Кстати, одной из таких априорных тенденций — и это, возможно, диагностично для подобных ситуаций — была подмена поиска решения конкретных задач поиском общих идей, годных на все случаи.)

Предполагалось построить модель распознавания произвольных ситуаций (представленных текстом, картинкой или еще как-нибудь) и реагирования на них. Для этого предусматривалось неограниченное число параллельных процессов (ну кто же нынче не знает, что наш мозг — параллельная машина!), способных обмениваться информацией, раздваиваться и сливаться, а также оценивать собственную успешность. Процессы должны были начинаться с каждого слова текста или каждой детали изображения, должны были строить гипотезы относительно более крупных единиц наблюдаемой ситуации, разветвляться на подпроцессы, соответствующие этим гипотезам, и т.д. Надо всем этим в качестве еще одного процесса витал пресловутый с в о д н и к, обязанностью которого было замечать сходства между разными фрагментами формирующейся при этом структуры данных, выдвигать гипотезы о тождественности обнаруженных похожих фрагментов и формировать новые процессы для развития этих гипотез. (Как раз сводник и оказался невольным аналогом правого полушария мозга, потому что он должен был действовать на основе небольшой информации, довольно поверхностного сходства между фрагментами, в то время, как конкретной, четкой проверкой возникающих гипотез занимались бы другие, так

сказать, левые процессы.) А еще нужен был диспетчер, который бы разбирался во всей этой путанице сотрудничающих и конкурирующих процессов и их данных и обеспечивал бы выполнение лишь наиболее успешных вариантов.

Увлечательно, правда? Не хуже, чем у П.В.Рубакина, и так же "цельно". Я жалел только, что диспетчер у меня не позволял (на данном этапе работы) непосредственно сопоставлять несовместимые гипотезы. И не надо думать, что всё рассказанное мной невозможно запрограммировать. Я проделал немало работы на пути к реализации этой модели и остановился (надеюсь, вовремя), запутавшись в соотношениях между данными, формируемыми конкурирующими процессами и сводником. Если бы я и довел это дело до конца и удалось бы заполнить систему конкретными процедурами предметной области и языка, то, скорее всего, это оказалось бы неподъемным по машинному времени или же пришлось бы долго и безуспешно экспериментировать, выбирая стратегию диспетчирования.

И дело вовсе не в том, что не должно быть в модели параллелизма или сводника. Но то, что сегодня пока еще выглядит естественным для работы со сравнительно крупными объектами и ситуациями, оказалось неудачным для реализации предыдущего этапа, где эти объекты еще должны быть выделены на основе конкретного анализа текста или картинки. Так что для применения "красивых" идей (включая "нехирургическое" обучение), возможно, еще не пришло время.

Из этого, может быть, станет понятнее, почему я с такой осторожностью отношусь к манипулированию общими идеями. Г.Ц.

Р.С. Лингвистический аспект ИИ затронут в нашей дискуссии лишь мимоходом: в основном, в виде оценки модели СМЫСЛ-ТЕКСТ. По сути, эта модель остается пока единственной подробно разработанной лингвистической моделью. Слишком эмоциональное отношение к ней объясняется тем, что все мы "вышли из нее" и хорошо чувствуем ее слабые стороны, особенно с точки зрения новой проблематики ИИ и когнитологии. Структурная лингвистика в целом прошла яркий романтический период, сейчас завершается острый критический период и наступает пора зрелости, синтеза идей. Очень хотелось бы, чтобы в решении задачи ИИ объединили свои усилия все направления современной семантики. Н.Л.

FROM STRUCTURAL LINGUISTICS
TO ARTIFICIAL INTELLIGENCE

I.Sevbo, N.Leontjeva, S.Fitialov, G.Tseitin, Yu.Shreider

Summary

Four old-timers of early Soviet studies in mathematical linguistics and machine translation discuss - in the form of a questionnaire and an ensuing discussion - a number of topics in Artificial Intelligence. The links between the works in early 60s and contemporary trends in Artificial Intelligence are traversed, and often quite controversial points of view are presented. The idea of consolidating scientific efforts in actual work is stressed. I.Sevbo acted as the instigator of the controversy, and she also prepared the material for publication.