



О ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОПИСАНИИ СМЫСЛА ТЕКСТОВ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА

ДУДАРЬ З.В., ПОСЛАВСКИЙ С.А.,
СИТНИКОВА А.В.,
ШАБАНОВ-КУШНАРЕНКО С.Ю.,
ШУКЛИН Д.Е.

Описывается метод формального представления смысла текстов естественного языка, основанный на результатах лингвистических экспериментов. Смысл слов, словосочетаний и предложений математически выражается в виде предикатов. Рассматриваются некоторые операции, выполняемые над смыслами слов и словосочетаний, а также отношения, связывающие эти смыслы.

1. Лингвистические эксперименты

Проблема математического описания смысла текстов естественного языка чрезвычайно трудна [1]. Несмотря на интенсивную ее научную разработку, осуществляемую в последние десятилетия во всем мире, ощутимого продвижения вперед в этой области знания пока не наблюдается [2]. Как учит классическая грамматика [3], смысл текста образуется из смыслов предложений, смысл предложения — из смыслов словосочетаний, а смысл словосочетания — из смыслов слов. Это обстоятельство наводит на мысль направить усилия прежде всего на математическое описание смысла отдельных слов и словосочетаний. В статье рассматривается метод формального представления смысла имен существительных и смысла *завершенных словосочетаний*, у которых в роли главного слова выступает имя существительное в именительном падеже. Применение метода демонстрируется на русскоязычном материале. В отличие от традиционного интроспективно-описательного анализа языка и речи, метод основан на объективных специально поставленных *лингвистических экспериментах*. Что понимается под приведенными двумя терминами, которые выделены курсивом, будет детально объяснено при дальнейшем изложении материала этой статьи.

Посредством лингвистических экспериментов изучается реально наблюдаемое поведение человека — носителя естественного языка в ответ на предъявление ему различных предметов, соотносимых с заданным изолированным именем существительным или изменяющим (как правило, сужающим) его смысл завершенным словосочетанием, у кото-

рого в роли главного слова выступает это имя существительное. Человек выступает здесь в роли своеобразной экспериментальной установки, говоря проще, — в роли “подопытного кролика”. Используемый в этом качестве, он называется *испытуемым*. Получаемые в лингвистических экспериментах результаты выводят исследователя на просторы математического описания механизмов естественного языка. При этом появляется возможность изучать язык как чисто физическое, объективно наблюдаемое явление. Отпадает необходимость опираться на субъективные данные о языке. Учение о языке переходит из области психологии в область физики. Лингвистические эксперименты интернациональны в том смысле, что их можно с равным успехом применять для получения формального описания семантики текстов любого естественного языка — русского, украинского, английского и др., даже языка людоедского племени “Мумбо-Юмбо” [4, с. 241]. Математическое описание смыслов слов и словосочетаний, их свойств, операций над ними и отношений, связывающих их друг с другом, ведется на языке алгебры предикатов и предикатных операций [5–9] на базе общего подхода, развитого в работах [10–12].

Имена существительные выбраны нами в роли исходного объекта математического описания в механизме языка не случайно. Это сделано ввиду того, что только имена существительные выражают *предметы*, реально существующие во внешнем мире в виде материальных физических состояний и процессов. Как показывает опыт исследований, выполненных ранее [10–12], на начальной стадии формального описания языка только такие предметы и удастся с пользой для дела математического описания смыслов текстов естественного языка предъявлять испытуемому в лингвистическом эксперименте. Слова, относящиеся к другим частям речи, если рассматривать их изолированно, вне сочетания с именами существительными, выражают не предметы, а нечто совсем иное, например, операции над смыслами слов (*и, или, не*), качество предмета (*яркий, красивый*), степени качества (*очень, умеренно*), связи между предметами (*над, за*), действия предмета (*крутит, ест*), воздействие на предмет (*поливают, выращивают*), число элементов в множестве (*два*), порядковые числа (*пятый*), заменители значащих слов (*он, тот, который*).

Смысл таких слов, если их взять вне завершенного словосочетания, в роли главного слова которого используется имя существительное, не поддается, как показывает опыт, формальному описанию. Напротив, если эти и подобные им слова последовательно присоединять к именам существительным, образуя всевозможные осмысленные словосочетания, то мы всегда будем получать тексты, которые снова выражают предметы, например, *теплый платок, большой и теплый платок, очень теплый платок, мчащийся автомобиль, не автомобиль* и т.п. Смыслы слов, не являющихся именами существительными, удастся эффективно математически описывать лишь после того, как будет получено

формальное представление смысла имен существительных. Нам представляется, что смысл имен существительных — это именно тот кончик единственной ниточки, потянув за который можно будет затем полностью расчленивать на части, нитка за ниткой, весь крайне запутанный клубок семантики естественного языка. Если же пытаться дергать за концы любых других нитей, во множестве торчащие из этого клубка, то это только еще туже затянет его.

Лингвисты справедливо полагают [1, с. 173, 178], что смысл предложения есть мысль по поводу конкретного предмета, находящегося во вполне определенной ситуации. Этот предмет представлен подлежащим предложения. В грамматике утверждается, что подлежащее выражает тот предмет, о котором говорится в предложении. Возможен эксперимент, называемый *лингвистическим*, который выявляет смысловую связь законченного словосочетания с относящимся к нему предметом. Сначала рассмотрим постановку такого эксперимента для частного случая, когда законченное словосочетание представлено одним лишь именем существительным. В эксперименте взаимодействуют два участника: *исследователь* и *испытуемый*. Допустимо их совмещение в одном лице. Исследователь организует и проводит лингвистический эксперимент. Он формирует *множество A* всевозможных *предметов a* и *множество B* всех *имен существительных b*. Таким образом, $a \in A$, $b \in B$. Здесь символ *a* представляет конкретный *предмет*, который находится в некоторой *ситуации* (т.е. в окружении других предметов, связанных с предметом *a* определенным образом). Под символом *b* понимается какое-нибудь имя существительное из множества *B*, называемое далее для краткости просто *словом*.

Если желательно сократить объем предстоящей экспериментальной работы, исследователь вправе взять вместо множеств *A* и *B* какие-либо их части *A'* и *B'* ($A' \subseteq A$, $B' \subseteq B$), произвольно выбирая их большими или меньшими. Поступая так, он сужает задачу опытного исследования смысла слов до желаемых пределов. Кроме того, исследователь каждому слову *v* из множества *B* ставит во взаимно-однозначное соответствие *высказывание Предмет x есть b*. Входящий в это высказывание символ *x* обозначает произвольный предмет множества *A*. Он называется *переменным предметом* или *предметной переменной*. Высказывания отличаются от предложений лишь наличием в них переменных. Образует также высказывание *Предмет x есть y*. Символ *y*, входящий в это высказывание, обозначает произвольное слово, взятое из множества *B*. Он называется *переменным словом* или *словесной переменной*. Эту переменную можно замещать любым конкретным именем существительным *b*, выбираемым из множества *B*. Такое замещение записывается в виде равенства $y = b$. Пусть, например, $y = \text{книга}$. После подстановки в выражение *Предмет x есть* вместо переменной *y* ее значения *книга* получаем высказывание *Предмет x есть книга*.

Для удобства изложения материала статьи в дальнейшем символы *x* и *y* будут использоваться как во роли конкретных элементов множеств *A* и *B*, так

и во роли переменных, заданных на этих множествах. Таким образом, символы *x* и *y* становятся омонимами и впредь будут употребляться в двух различных смыслах. В каждом конкретном случае их использования в тексте этой статьи всегда можно будет из контекста легко определить, в каком конкретном значении символы *x* и *y* употреблены. Затем исследователь приступает к проведению экспериментов над испытуемым. В них он по очереди предъявляет испытуемому в произвольном порядке пары сигналов (*x*, *y*). Первым компонентом каждой пары служит какой-нибудь предмет $x = a$ из множества *A* (находящийся, как было сказано выше, в некоторой ситуации), вторым — слово $y = b$ из множества *B*. Пусть, к примеру, предмет *x* — какая-нибудь конкретная тетрадь, лежащая на столе перед испытуемым. Исследователь каким-то способом указывает испытуемому на тетрадь (например, пальцем, указкой, словами) и этим сообщает тому, что под значением переменной *x* в данном эксперименте он имеет в виду именно этот предмет. Исследователь может, при желании, ограничиться сообщением испытуемому только имени предмета из множества *A*. Строго говоря, множество *A* следует понимать как собрание имен всех предметов, которые исследователь намеревается предъявлять испытуемому в лингвистическом эксперименте. Для проведения экспериментов достаточно, чтобы предметы были представлены в множестве *A* лишь своими именами.

Исследователь может предъявлять испытуемому не реальные предметы, а их изображения, например статичные рисунки на бумаге или динамичные сцены на экране дисплея. В последнем случае исследователь указывает испытуемому на предмет в течение некоторого выбранного им интервала времени. Сделать это он может не только способами, указанными выше, но также еще и стрелкой мышки. Ситуацию можно задать еще номером или некоторым текстом. Например, исследователь сообщает испытуемому, что речь идет о событиях, описанных в романе А. Дюма “Три мушкетера”. При этом исследователь должен дополнительно однозначно указать тот предмет *x*, фигурирующий в этом произведении, который имеется в виду в выражении *Предмет x есть y*. Например, исследователь сообщает испытуемому, что *x* — это предмет, который подарила миледи д’Артаньяну во время свидания. В каждом из этих случаев исследователь предъявляет испытуемому физический сигнал: в первом случае — набор пятен краски на листе бумаги, образующий рисунок; во втором — растр из светящихся точек, образующий изображение события на экране дисплея; в третьем — речь, обращенную к испытуемому, которая представляет собой колебание частичек воздуха, или же текст, записанный на листе бумаги.

Даже в том случае, когда исследователь и испытуемый совмещены в одном лице, всегда имеется возможность предъявлять в эксперименте самому себе во роли сигналов *x* и *y* физические объекты. В данном случае делать так не обязательно: эксперимент, выполняемый на самом себе, можно проводить и как чисто умозрительный. Однако тогда

теряется важнейшее достоинство лингвистического эксперимента — его объективность. С помощью умозрительных лингвистических экспериментов можно продвигаться вперед в изучении языка легко и быстро, поэтому к ним имеет смысл обращаться для ускорения исследования, но только на ранних стадиях предварительного опытного изучения механизма языка. Следует иметь в виду, что такие эксперименты могут содержать в себе элемент субъективизма, вследствие чего существует опасность, что они дадут неверные результаты. Поэтому выводы, полученные таким способом, следует тщательно проверять в чистовых экспериментах, которые, во избежание возможных ошибок субъективного характера, следует проводить в строго объективной постановке.

Кроме того, исследователь предъявляет испытуемому в качестве сигнала у слово *книга* и предлагает ему руководствоваться при выработке своей реакции *одноместным* высказыванием *Предмет x есть книга*, в котором фигурирует предъявленное слово $y = \text{книга}$. До момента подстановки $y = \text{книга}$ мы имели *двухместное* высказывание *Предмет x есть y* (число мест в высказывании определяется числом его переменных). Исследователь настраивает испытуемого на выполнение следующего задания. Тот должен отреагировать ответом 1, если предъявленный ему предмет $x = a$ действительно есть какая-то книга, и ответом 0, если предмет $x = a$ — не книга. Чтобы выполнить это задание, испытуемый должен воспринять предъявленную ему ситуацию, обнаружить и распознать в ней указанный исследователем предмет a , найти все другие предметы, присутствующие в ситуации и как-то связанные с предметом a , и выявить их связи с заданным предметом.

Чтобы иметь возможность распознать предмет a , испытуемый должен будет предварительно выявить составляющие этот предмет детали и связи между ними. Иначе говоря, он должен будет проникнуть мыслью в отношения, связывающие предмет a с другими предметами, присутствующими в ситуации, а если потребуется, то и во внутреннее строение предмета a . Испытуемый, кроме того, должен понять смысл сообщаемого ему слова $y = b$ и установить, истинно или ложно в данной ситуации суждение *Предмет a есть b*. (Под *суждением* понимается выражение, в которое превращается высказывание после подстановки в него значений всех его переменных). Если истинно, то испытуемый должен отреагировать ответом 1, если же ложно, то — ответом 0. Поступая таким образом, в нашем примере испытуемый в результате выполнения задания отреагирует на предложение *Предмет a есть книга* ответом 0, поскольку фактически ему предложен для восприятия предмет a , представляющий собой не книгу, а тетрадь. Если бы исследователь предъявил испытуемому в роли сигнала $x = a$ какую-нибудь книгу, то тот отреагировал бы ответом 1.

2. Обобщение и применение лингвистических экспериментов

Лингвистические эксперименты можно выполнять не только с отдельными словами, как это было только что описано, но и с любыми так называемыми *завершенными словосочетаниями*. Такие эксперименты выводят исследователя на задачу математического описания смысла значительной части естественно-языковых текстов, используемых людьми. Понятие *завершенного словосочетания* очень важно. Оно требует специального разъяснения, которое дается ниже. Как правило, естественно-языковый текст описывает последовательность событий, разворачивающуюся во времени. Предложения текста характеризуют отдельные события этой последовательности. Например: *Паровоз по лесу мчится. На путях котенок спит. Паровоз остановился и котенку говорит: "Ты вставай скорей, котенок, очищай машине путь!" А котенок отвечает: "Объезжайте как-нибудь"*. Многие предложения, встречающиеся в текстах, а также их части допускают обратимое преобразование в соответствующие им словосочетания с главным словом в виде имени существительного, стоящего в именительном падеже. Так, первые два предложения из приведенного выше текста можно переписать (даже разными способами) в виде словосочетаний. Например: *мчащийся по лесу паровоз, спящий на путях котенок*. Обратное преобразование полученных словосочетаний (также допускающее разные варианты) приводит к предложениям, совпадающим по смыслу с исходными предложениями. Например: *По лесу мчится паровоз, На путях спит котенок*. Не любое предложение допускает подобное обратимое преобразование в словосочетание. Чтобы в этом убедиться, достаточно попытаться преобразовать в словосочетания последние два предложения из приведенного выше текста. Нам сделать этого не удалось.

Любое словосочетание, которое можно обратимо преобразовать в соответствующее ему предложение или в связную часть предложения, содержащую подлежащее, называется *завершенным*. Примеры *завершенных* словосочетаний: *мчащийся по лесу поезд, спящий на путях котёнок*. Примеры *незавершенных* словосочетаний: *мчащийся по лесу, на путях*. Определяющее свойство *завершенных* словосочетаний, отличающее их от *незавершенных*, состоит в том, что они характеризуют предметы. *Незавершенные* же словосочетания характеризуют не предметы, а нечто иное. В качестве лингвистического объекта, рекомендуемого для математического описания в обозримой перспективе, нами выбираются не произвольные тексты и даже не предложения, а словосочетания, причем только *завершенные*. *Незавершенные* словосочетания всегда являются составной частью каких-то *завершенных*. Если удастся формально описывать смысл произвольных *завершенных* словосочетаний, то при этом попутно сами собой подвергнутся такому же описанию и смыслы любых *незавершенных* словосочетаний в составе *завершенных*.

В этом случае мы вплотную подойдем к решению проблемы математического описания смысла предложений, которые соответствуют завершенным словосочетаниям. Если из произвольного текста исключить предложения и их части, которые удаётся преобразовать в завершённые словосочетания, то оставшаяся часть текста оказывается в процентном отношении, как правило, весьма небольшой. Показательно, что при таком исключении выявляются все попадающие в остаток механизмы естественного языка, недостижимые для математического описания в составе завершённых словосочетаний. Таким способом язык легко расслаивается на две ступени — низшую и высшую. Представляется важным на базе подобного анализа текстов провести четкое деление механизмов языка на *низшие* и *высшие*. При этом естественным образом выявляются лингвистические объекты математического описания первой и второй очереди.

В качестве иллюстрации сказанного проведем подобным способом анализ текста, представляющего собой последовательность первых двух предложений первого абзаца этой статьи. Текст выбран наугад, совершенно случайным образом. Приведенные ниже результаты этого анализа, как нам представляется, типичны для большинства текстов, реально используемых людьми. Первое предложение ***Проблема математического описания смысла текстов естественного языка чрезвычайно трудна*** [1] преобразуется в завершённое словосочетание ***чрезвычайно трудная проблема математического описания смысла текстов естественного языка***. В остатке оказывается только ссылка на литературу [1] и стоящий перед нею пробел. Второе предложение ***Несмотря на интенсивную ее научную разработку, осуществляемую в последние десятилетия во всем мире, оцутимого продвижения вперед в этой области знания пока не наблюдается*** [2] распадается на завершённое словосочетание ***интенсивная научная разработка, осуществляемая в последние десятилетия во всем мире***, которое преобразуется в предложение ***во всем мире осуществляется интенсивная научная разработка***, и предложение ***оцутимое продвижение вперед в области знания пока не наблюдается***, которое преобразуется в завершённое словосочетание ***пока не наблюдаемое оцутимое продвижение вперед в области знания***. В остатке оказываются анфорические ссылки *ее* и *этой*, ссылка на литературу [2], соединение словосочетания и предложения, представленное словами ***несмотря на***, запятой и переводом словосочетания ***оцутимое продвижение*** в родительный падеж.

Исключив из текста местоимения *ее* и *этой*, мы пошли по неверному пути сокращения текстов, искажающего их смысл. Правильнее было бы заменить в первом предложении местоимение *ее* словосочетанием ***проблемы математического описания смысла текстов естественного языка***. Прозвучит замена, опираясь на контекст, местоимения *этой* полноценной вставкой текста во втором предложении гораздо сложнее, чем в первом, поэтому, чтобы не загромождать изложение, эту замену мы здесь описывать не будем. Подсчет числа

знаков в тексте, образованном из рассмотренных выше двух предложений (в том числе знаков пробела внутри текста и знаков переноса слов), показывает, что в остаток попадает сравнительно небольшая часть рассматриваемого в нашем примере текста (32 знака из 271, что составляет всего около 12% текста). В остаток отнесены также точка и пробел между первым и вторым предложениями. Эти знаки выполняют функцию соединения предложений в единый текст. Знаки, попавшие в остаток, подчеркнуты. Аналогичные результаты были получены также и в большинстве многих других рассматривавшихся нами текстов.

Результаты подобных подсчетов наводят на мысль, что существенная часть текстов естественного языка может быть переведена в завершённые словосочетания. Такие словосочетания можно предъявлять испытуемому вместо имен существительных и исследовать их смысл по описанной выше методике. Если их смысл будет формально описан, то это существенно продвинет нас вперед в понимании языка и мышления, а значит и в понимании глубинной природы человека. В свое время (1637г.) основатель современной науки (в том числе и информатики) Рене Декарт в качестве своего кредо провозгласил [13, с. 282]: *cogito ergo sum* (мыслю, следовательно, существую). Это означает: для того чтобы существовать как субъект, т.е. отдавать самому себе отчет о собственном существовании, достаточно владеть естественным языком и основанной на нем способностью к мышлению. Такое утверждение распространяется в равной мере как на человека, так и на машину, вообще на любую мыслящую систему. Декарт утверждал, что ни животные, ни современные ему автоматы не являются субъектами, как люди. Это обусловлено лишь следующими двумя причинами: 1) они не владеют человеческим (в современной терминологии — естественным) языком и 2) они не универсальны.

Поясняя эту мысль, Декарт пишет: “Если бы существовали такие машины, которые имели бы органы и фигуру обезьяны или какого-либо другого животного без разума, никоим образом нельзя было бы признать, что они не обладают во всем тою же самою природою, что и эти животные. Напротив, если бы оказались такие машины, которые имели бы сходство с нашими телами и подражали бы нашим действиям настолько, насколько это возможно в моральном отношении, мы имели бы всегда два очень верных средства узнать, что они лишь благодаря этому отнюдь не являются настоящими людьми. Первое из этих средств состоит в том, что они никогда не могли бы пользоваться ни словами, ни другими знаками, составляя их так, как делаем это мы, чтобы передать другим наши мысли. Ибо можно хорошо себе представить машину, сделанную так, что она будет произносить слова и даже что она будет произносить некоторые из этих слов по поводу телесных действий, которые будут вызывать некоторое изменение в ее органах; например, если тронуть ее в известном месте, то она спросит, что ей хотят сказать, а если в другом, то она закричит, что ей делают больно, и тому подобное; но она не сможет расположить их различ-

но, в соответствии со смыслом всего того, что будет говориться в ее присутствии, как могут это делать самые тупые люди. Второе средство состоит в том, что, хотя бы такие машины выполняли много вещей так же хорошо или, может быть, даже лучше, чем кто-либо из нас, они неизбежно не могли бы выполнить ряда других, благодаря чему обнаружилось бы, что они действуют не сознательно, но лишь в силу расположения своих органов. Ибо, в то время как разум является орудием универсальным, которое может служить при всякого рода обстоятельствах, эти органы нуждаются в некотором особом расположении для выполнения каждого особого действия. Отсюда следует, что морально невозможно иметь достаточно органов в одной машине, чтобы они заставляли ее действовать во всех обстоятельствах жизни таким же образом, как нам позволяет действовать наш разум.

При помощи тех же двух средств можно познать также различие, существующее между людьми и животными. Ибо весьма замечательно, что нет на свете людей столь тупых и столь глупых, не исключая и безумных, чтобы они были неспособны связать вместе различные слова и составить из них речь, передающую их мысли, и, напротив, нет другого животного, как бы оно ни было совершенно и как бы ни было счастливо одарено от рождения, которое сделало бы нечто подобное. Это происходит не от недостатка органов, ибо мы видим, что сороки и попугаи могут произносить слова так же, как и мы, и, тем не менее, не могут говорить, как мы, т.е. свидетельствуя, что они думают то, что говорят. Между тем люди, рожденные глухими и немymi и в той же или в большей мере, чем животные, лишенные органов, служащих другим для речи, обычно самостоятельно изобретают какие-либо знаки, с помощью которых они переговариваются с теми, кто, находясь постоянно с ними, имеет время изучить их язык. И это свидетельствует не только о том, что у животных меньше разума, чем у людей, но и о том, что у них его вовсе нет. Ибо мы видим, что его нужно очень мало, чтобы уметь говорить; и поскольку наблюдается неравенство между животными одного и того же вида, как и между людьми, причем одних легче выдрессировать, чем других, невероятно, чтобы обезьяна или попугай, наиболее совершенные в данном виде, не могли сравняться в этом с самым отсталым ребенком или хотя бы с ребенком, имеющим поврежденный мозг, если бы душа их не была совсем другой природы, чем наша. И не следует ни смешивать речи с естественными движениями, которые выражают страсти и которым машины могут подражать так же хорошо, как и животные, ни думать, как некоторые древние, что животные говорят, хотя мы и не понимаем их языка: если бы это было действительно так, то, обладая многими органами, соответствующими нашим, они могли бы объясняться с нами с таким же успехом, как и с себе подобными. Чрезвычайно достопримечательно и то, что, хотя некоторые животные и проявляют в иных своих действиях больше ловкости, чем мы, однако мы видим, что те же животные вовсе не проявляют ловкости во

многих других действиях. Таким образом, то обстоятельство, что они порою искуснее нас, не доказывает наличия у них ума, так как в этом случае они были бы умнее любого из нас и лучше делали бы все остальное. Скорее это свидетельствует о том, что ума у них вовсе нет и что природа действует здесь сообразно расположению их органов: видим же мы, что часы, состоящие только из колес и пружин, могут отсчитывать и измерять время вернее, чем мы со всем нашим умом [13, с. 300-302]”.

Если машина приобретет способность полноценно мыслить (а для этого, по Декарту, ей достаточно стать универсальной и овладеть естественным языком), тогда она автоматически станет субъектом, существующим в психологическом смысле. Случись это, машина совершила бы серьезнейший качественный скачок в своем развитии. Выглядело бы это как настоящее чудо. Универсальность машина уже приобрела. Как известно, современные цифровые вычислительные машины универсальны. Это утверждение надежно обосновано теорией алгоритмов [14, с.40, 233]. Таким образом, созданы предпосылки для передачи машине способности к естественному языку. Для этого достаточно математически описать механизм естественного языка. ЭВМ – это математическая машина. Все, что описано формально, она способна усвоить. Если ЭВМ овладеет естественным языком, то последнее серьезное препятствие на пути к созданию машин-субъектов, т.е. информационных систем, обладающих собственным сознанием и волей, будет преодолено. (Конечно, при условии, что прогнозы Декарта верны. Нам представляется, что это весьма вероятно, поскольку его авторитет как эксперта в науке весьма высок). Естественный язык очень трудно поддается математическому описанию. Это свидетельствует о том, что задача создания искусственного интеллекта крайне сложна. Однако она не безнадежна, ее решение, в принципе, возможно.

3. Ситуационно-текстовый предикат

В лингвистическом эксперименте испытуемый своим поведением реализует некоторый предикат $P(x, y) = \xi$, заданный на декартовом произведении $A \times B$ множеств A и B . Как известно [5], *предикатом* называется любая функция $P(x_1, x_2, \dots, x_m) = \xi$ с произвольно выбранными областями изменения A_1, A_2, \dots, A_m ее независимых переменных

$$x_1, x_2, \dots, x_m \quad (x_1 \in A_1, x_2 \in A_2, \dots, x_m \in A_m)$$

и с областью изменения $\Sigma = \{0,1\}$ ее зависимой переменной ξ ($\xi \in \Sigma$). Говорят, что предикат P задан на декартовом произведении $A_1 \times A_2 \times \dots \times A_m$ множеств A_1, A_2, \dots, A_m . Участвующий в лингвистическом эксперименте предикат $P(x, y) = \xi$ – двухместный ($m = 2$); в роли x_1 выступает переменная x , а в роли x_2 – переменная y . Он называется *ситуационно-текстовым предикатом*. Такое название мотивировано тем, что значением первой переменной x этого предиката служит какой-нибудь предмет, предъявленный испытуемому в некоторой ситуации, в роли значения второй

переменной y выступает текст слова (имени существительного), а в более общем случае – текст произвольного завершённого словосочетания. Значение переменной ξ представлено в лингвистическом эксперименте двоичной реакцией (ответом) испытуемого на пару сигналов (x, y) . Если смысл слова ураспространяется на предмет x (иначе говоря, предмет x охватывается содержанием слова y), тогда испытуемый, согласно инструкции исследователя, реагирует положительным ответом $P(x, y) = 1$, в противном случае – отрицательным ответом $P(x, y) = 0$.

Придадим какое-нибудь значение b переменной y , т.е. положим $y = b$. Тогда предикат $P(x, y)$ из двуместного превращается в одноместный $P(x, b)$. Обозначим его символом $S_b(x)$. Имеем $S_b(x) = P(x, b)$. Можно также дать этому предикату имя v , записав $S_b(x) = b(x)$. В лингвистическом эксперименте этому соответствует предъявление испытуемому какого-то слова b . Пусть, к примеру, это будет слово $b = \text{книга}$. Тогда предикат $b(x)$ можно будет записать в виде **книга** (x). Теперь слово **книга** выступает в роли имени предиката, реализуемого испытуемым. Чтобы это обстоятельство как-то выразить на письме, будем слово в этой роли записывать не курсивом, а жирным шрифтом. Если при фиксации слова b предъявлять испытуемому по очереди всевозможные предметы $x \in A$, то он будет их сортировать на два класса: в один класс он будет относить те из них, которые подпадают под понятие, выраженное словом b , а в другой – все остальные предметы. В первом случае он будет реагировать ответом $b(x) = 1$, во втором – ответом $b(x) = 0$. В нашем примере испытуемый на предъявление какой-нибудь книги x отреагирует ответом **книга** (x)=1, а на предъявление любого другого предмета – ответом **книга** (x)=0.

Нетрудно видеть, что предикат $S_b(x)$, реализуемый испытуемым при предъявлении ему слова v , формально выражает смысл, который данный испытуемый вкладывает в это слово. Действительно, если испытуемый понимает смысл слова b правильно, т.е. в нормативном его значении, указанном в толковом словаре, тогда предикат $S_b(x)$ будет представлять собой узаконенный языкознанием смысл слова b . Если же испытуемый имеет о смысле слова b иное представление, то найденный в эксперименте предикат $S_b(x)$ выразит отклоняющийся от нормы смысл слова b . Ненормативное понимание значения слова b обязательно обнаружится в ответах испытуемого в виде нестандартной его реакции на какие-то предметы. Проявит себя в действиях испытуемого и нормативное понимание слова b . Таким образом, мы приходим к выводу, что предикат $S_b(x)$ в точности выражает смысл слова b , причем именно тот смысл, которым фактически руководствуется испытуемый в своих объективно наблюдаемых извне действиях. Из этого следует, что лингвистический

эксперимент является как раз тем средством, которое позволяет получить формальное представление смысла слов (напомним, что под термином “слово” нами пока понимаются только имена существительные). Предикат вида $b(x)$, где $b \in B$, называется *смысловым предикатом имени существительного b* .

С помощью лингвистического эксперимента можно тем же способом опытным путем обследовать смысл любого завершённого словосочетания, причем в разных его вариантах понимания, которыми руководствуются различные испытуемые. Эта перспектива открывает путь для математического описания смысла значительной части текстов естественного языка. В этом случае предикат $S_b(x)$ называется *смысловым предикатом словосочетания b* . Он действительно отражает фактические (причем не всегда одинаковые) значения словосочетания b , которыми руководствуются разные люди в своей разумной деятельности. Экспериментально обследуя реакции различных людей на предъявление слова b , можно даже проверить, соответствует или нет смысл слова b , указанный в толковом словаре, его фактическому пониманию различными слоями населения. Ясно, что нормативный смысл слов, указываемый в толковых словарях, вторичен, он лишь отражает в интегрированном, унифицированном и стандартизованном виде реально наблюдаемое употребление слов. Сказанное относится также и к словосочетаниям.

Лингвистический эксперимент дает первичную информацию о фактических смыслах слов и словосочетаний, которыми руководствуются различные люди. Вначале смыслы слов должны быть найдены для конкретных лиц – носителей данного естественного языка. Только на таких первичных фактических данных и может основываться научная разработка нормативных значений слов и словосочетаний. Таким образом, благодаря лингвистическому эксперименту, языкознание обретает прочную экспериментальную первооснову. Обработывая результаты лингвистических экспериментов, выполненных на отдельных испытуемых, можно затем изучать различные местные диалекты языка, язык узких профессиональных групп, особенности языка отдельных слоев населения. С помощью лингвистических экспериментов можно будет также проверять и уточнять различные интроспективно-психологические данные о естественном языке. Как известно, субъективные данные имеют плохую репутацию в науке, поскольку они часто дают искаженное представление о фактическом положении дел. Основная ценность лингвистического эксперимента заключается в том, что он выводит исследователя на чисто объективное, т.е. основывающееся исключительно на физических фактах, математическое описание механизма естественного языка, перед чем до сих пор останавливалось традиционное языкознание.

Можно считать, что ситуационно-текстовый предикат $P(x, y) = \xi$, определенный на $A \times B$, характеризует некоторый предмет второй степени, в роли которого выступает поведение испытуемого, выявляемое в лингвистическом эксперименте. Реальность существования ситуационно-текстового предиката состоит в том, что испытуемый собственным своим поведением реализует этот предикат. При этом он ставит в соответствии предъявляемой паре сигналов (x, y) двоичный ответ ξ . Мы предполагаем, что все используемые в эксперименте предметы x в заданной ситуации и тексты y таковы, что испытуемый всегда однозначно реагирует ответом 0 или 1 на любую пару (x, y) из декартова произведения $A \times B$. Если $P(x, y) = 1$, то будем говорить, что текст *истинен* относительно ситуации x . Если же $P(x, y) = 0$, то говорим, что текст y по отношению к ситуации x *ложен*. Значение $\xi = P(x, y)$ предиката P будем называть *истинным значением* текста y для ситуации x . Существование предиката P состоит лишь в том, что он есть функция из $A \times B$ в множество $\Sigma = \{0, 1\}$.

Говорить об истинности или ложности текста y относительно предмета x без привязки к какой-либо конкретной ситуации нельзя, поскольку при смене ситуации реакция испытуемого в ответ на повторное предъявление ему пары сигналов (x, y) может измениться. Ситуация выполняет роль метасистемы, в которой находится предмет x . Она может отсутствовать, но отсутствие ситуации тоже есть вполне определенная ситуация. Хотя ситуация остается у нас пока за пределами формального описания, тем не менее она должна регистрироваться при проведении лингвистического эксперимента. Рано или поздно наступит такой момент в исследовании естественного языка, когда дойдет очередь и до формального описания влияния ситуации на ответы испытуемого. Для сигнала y также существует своя метасистема. Ее роль выполняет контекст, которым окружен текст в момент его предъявления испытуемому. Простейший контекст — это его отсутствие. Опыт показывает, что ответы испытуемого могут изменяться при изменении одного лишь контекста. Поэтому контекст тоже должен фиксироваться и регистрироваться в лингвистическом эксперименте. При дальнейшем развитии исследований механизма естественного языка влияние контекста также будет охвачено формальным описанием. Сейчас же мы находимся в самом начале объективного изучения языка и поэтому, чтобы не утонуть в обилии изучаемого материала, вынуждены пока отказаться от изучения влияния ситуации и контекста на ответы испытуемого, ограничиваясь лишь простой их регистрацией.

Поведение испытуемого можно формально представить в виде предиката P в том и только том случае, если испытуемый однозначно реагирует двоичным ответом из множества Σ на любую пару

(x, y) сигналов x и y , взятую из декартова произведения $A \times B$. Сформулированное требование называется *условием предикатности* поведения испытуемого в лингвистическом эксперименте. Сформулируем в точных терминах условие предикатности, обеспечивающее корректность проведения лингвистического эксперимента. Для этого надо формально записать свойство, определяющее понятие предиката P на $A \times B$. В лингвистическом эксперименте выявляется связь между сигналами x и y , предъявляемыми испытуемому, и его ответной реакцией ξ . Формально эта связь может быть представлена предикатом $S(x, y, \xi)$, выражающим всюду определенное однозначное соответствие сигнала ξ паре сигналов x, y . Формально это свойство записывается в виде условия функциональности предиката S :

$$\forall x \in A \forall y \in B \exists! \xi \in \Sigma (S(x, y, \xi)). \quad (1)$$

Здесь $S(x, y, \xi)$ — предикат, соответствующий отношению, связывающему предмет x и текст y , предъявляемые испытуемому, с ответом ξ испытуемого на эти сигналы. Выражение (1) формально выражает условие предикатности поведения испытуемого в лингвистическом эксперименте. Его выполнение обеспечивает существование некоторого предиката с аргументами x, y и значением ξ .

Обозначим этот предикат в виде $P(x, y) = \xi$. Он представляет собой содержательно введенный нами ранее ситуационно-текстовый предикат.

Выполнение условия (1) может быть проверено в прямом эксперименте. Для этого исследователь прежде всего должен четко очертить множества A и B . В эксперименте он должен предъявлять испытуемому сигналы только из этих множеств. Множество A образовано из предметов, а множество B — из текстов. Далее исследователь должен пройти по всем парам (x, y) и убедиться, что для каждой из таких пар испытуемый всегда дает вполне определенный ответ из множества Σ , причем единственный. Требование единственности означает, что при повторном предъявлении какой-либо пары сигналов (x, y) испытуемый всегда повторяет своим ответом тот же сигнал ξ . Важно отметить, что только что рассмотренный эксперимент при выборе чрезмерно обширных множеств A и B в полном объеме практически неосуществим. А естественный язык требует именно таких множеств. Никто всех пар предметов и слов перебрать не в состоянии. Для выполнения такого эксперимента не хватит всего срока существования Вселенной. Но такова традиция формулирования физических законов. Все они представляют собой идеализированные требования, которые в полном объеме

ме невозможно проверить в эксперименте. Проверка любого физического закона всегда построена на неполной индукции. При опытной проверке условия (1) приходится довольствоваться, как и при проверке любого физического закона, предъявлением испытуемому сравнительно небольшой случайной выборки пар сигналов (x, y) , заботясь лишь об их достаточном разнообразии. Если во всех таких случаях проверяемое условие выполняется, то обычно приходят к выводу о весьма малой вероятности его невыполнения на других парах сигналов, этим и ограничиваются. Так, к примеру, экспериментально изучались законы механики Ньютона, которые сейчас никто не подвергает сомнению, несмотря на то, что их истинность фактически проверялась на очень ограниченном опытном материале.

Почему именно условие предикатности поведения испытуемого в лингвистическом эксперименте выделяется нами как ключевое? Дело в том, что в логическом учении давно подмечено, что важнейшим условием доброкачественности мышления людей является выполнение ими следующих двух требований, называемых законами противоречия и исключенного третьего. *Закон противоречия* гласит: никакое суждение не должно быть одновременно и истинным и ложным. Это требование равносильно условию однозначности предиката S . *Закон исключенного третьего* гласит: любое суждение обязательно должно быть либо истинным, либо ложным, причем какое бы то ни было третье значение истинностного значения высказывания недопустимо. Это требование совмещает в себе условие всюду определенности предиката S и условие ограничения переменной ξ областью Σ . Вместе взятые эти два закона в точности равносильны условию (1). В реальном мышлении людей часто наблюдаются нарушения этих двух законов. Обширный опыт, накопленный логикой за две с половиной тысячи лет ее существования, ясно свидетельствует, что такие нарушения всегда чреватывы ошибочностью результатов мышления. В свете сказанного мы полагаем, что лингвистические эксперименты, которые выполнены с нарушением условия (1), следует рассматривать как некорректные. Пример некорректного проведения лингвистического эксперимента: испытуемый находится в густом тумане, ему на определенном расстоянии предъявляется некоторый предмет $x = a$, требуется дать двоичный ответ на высказывание *Предмет x есть книга*. Всегда можно подобрать такое удаление предмета a от испытуемого (когда предмет a еле-еле виден в тумане), когда его ответы станут неуверенными. При этом при повторных предъявлениях одного и того же предмета испытуемый будет давать нестабильные ответы: в одних случаях — ответ 0, в других — ответ 1. В данной ситуации становится возможным и такой случай, когда испытуемый даст третий ответ, который запрещен в лингвистическом эксперименте (например, скажет: “предмет вижу нечетко”, “не могу

распознать предмет”). Никакой физический эксперимент не может быть выполнен с идеальной точностью. Лингвистический эксперимент не является исключением из этого правила. Можно заранее утверждать, что если с помощью лингвистических экспериментов удастся выявить какие-нибудь законы естественного языка, то они будут подтверждаться ими лишь с ограниченной точностью, т.е. с определенной степенью приближения.

На законах противоречия и исключенного третьего зиждется заключение о всесиили и универсальности понятия предиката и, как следствие, — двузначной логики. Известно множество вариантов логик, отличающихся от двузначной: трехзначная, многозначная, модальная, вероятностная, нечеткая и другие логики. Все они, в конечном счете, переводятся на язык двузначной логики. Роль базовой логики фактически всегда выполняет двузначная логика. Чтобы в этом убедиться, достаточно обратить внимание на то, что все руководства по этим логикам пишутся в виде предложений, принимающих одно из двух значений — истина или ложь, иначе говоря, — на языке двузначной логики. Нетрудно также убедиться в том, что человек всегда мыслит на языке двузначной логики, так что “родным” для людей всех национальностей является естественный язык, основанный на принципах двузначной логики. Мы полагаем, что естественный язык людей построен исключительно на принципе двузначной логики, а следовательно, его механизм может быть адекватно описан на языке этой логики. Можно ли организовать эффективный процесс мышления также и на базе какой-либо иной логики, отличной от двузначной? На этот вопрос мы не беремся дать квалифицированный ответ. Однако бесспорно, что природа, создавая человеческий интеллект, остановила свой выбор именно на двузначной логике. Объяснить это можно тем, что она положила в основу процесса мышления человека простейшую из возможных его реакций, а именно — двоичную.

4. Логическая структура завершенных словосочетаний

Пусть b_1 и b_2 — два какие-нибудь завершенные словосочетания, $b_1(x)$ и $b_2(x)$ — смысловые предикаты, соответствующие этим словосочетаниям в лингвистическом эксперименте. Рассмотрим вопрос о том, как выражается в естественном языке завершенное словосочетание, соответствующее смысловому предикату $b_1(x) \vee b_2(x)$. Пусть, к примеру, $b_1 = \text{стул}$, $b_2 = \text{стол}$. Каким будет словосочетание, соответствующее предикату $\text{стул}(x) \vee \text{стол}(x)$? Очевидно, смысл этого выражения заключается в том, что о предмете x утверждается следующее: он подходит как под понятие стула, так и под понятие стола. Поэтому для данного случая подойдет словосочетание *стул или стол*, в котором союз *или* употреблен в объединительном смысле “или также”. Будем записывать союз *или*, употребленный в этой роли, в виде *или₁*.

Если смысл слова **или** мы не уточним, то появится двусмысленность, недопустимая в научном исследовании. Мы видим, что при переводе с языка смыслов на язык текстов приходится иметь дело с явлением омографии слов. В лингвистическом эксперименте обнаруживается, что одно и то же словосочетание может употребляться в различных значениях, и это приводит к нестабильности двойного ответа испытуемого. Если мы хотим избежать некорректности в проведении лингвистического эксперимента, вызываемой двусмысленностью словосочетания, предъявляемого испытуемому, необходимо специально указывать, в каком именно смысле оно употреблено в каждом конкретном случае. Если этого не делать, то нарушится сформулированное выше условие предикатности лингвистического эксперимента. Это выразится в том, что, понимая одно и то же словосочетание при повторных его предъявлениях в различных смыслах, испытуемый будет реагировать на него различными ответами.

Можем записать:

$$\text{стул}(x) \vee \text{стол}(x) = (\text{стул или } \text{стол})(x)$$

для любых $x \in A$. Действительно, если предъявить испытуемому в лингвистическом эксперименте предмет x , то на высказывание **Предмет x есть стул или стол** тот отреагирует нулевым ответом только в том случае, если предмет x не подойдет ни под понятие стула, ни под понятие стола. А это в точности соответствует операции дизъюнкции над значениями предикатов $\text{стул}(x)$ и $\text{стол}(x)$. В общем случае имеем:

$$\forall x \in A \forall b_1, b_2 \in B ((b_1 \text{ или } b_2)(x) \sim (b_1)(x) \vee (b_2)(x)). \quad (2)$$

для любых $x \in A$ и $b_1, b_2 \in B$. Таким образом, смысл слова **или** можно определить равенством

$$(b_1 \text{ или } b_2)(x) = b_1(x) \vee b_2(x), \quad (3)$$

справедливым при любых $x \in A$ и $b_1, b_2 \in B$. Аналогично анализируются случаи словесного представления предикатов: $b_1(x) \wedge b_2(x)$ и $\neg b(x)$ с помощью союза **и** и частицы **не**:

$$b_1(x) \wedge b_2(x) = (b_1 \text{ и } b_2)(x), \quad (4)$$

$$\neg b(x) = (\text{не } b_2)(x). \quad (5)$$

Обратим внимание на возможность двойного употребления союзов **и** и **или**. Словосочетание **стул и стол** можно понимать как предикат, зависящий от одной переменной x и выражаемый высказыванием **Предмет x есть стул и стол**. Его смысл задается следующим предикатом:

$$(\text{стул и стол})(x) = \text{стул}(x) \wedge \text{стол}(x).$$

В этом случае имеется в виду, что один и тот же предмет x используется как в роли стула, так и в роли стола. Другое понимание словосочетания **стул и стол** задается предикатом:

$$(\text{стул и стол})(x, y) = (\text{стул}(x)) \wedge (\text{стол}(y)),$$

который может быть выражен следующим высказыванием: **Предмет x есть стул, а предмет y — стол**. В первом случае речь шла об одном предмете x , во втором — о паре (x, y) предметов x и y . Чтобы испытуемый смог отреагировать в лингвистическом эксперименте на только что приведенное высказывание, исследователь должен предъявить ему не один предмет x , а пару предметов (x, y) , при этом он должен каким-то образом дать знать испытуемому, какой конкретно предмет он понимает под символом x , а какой под символом y . Подобное двойное понимание возможно и для словосочетания **стул или стол**:

$$(\text{стул или } \text{стол})(x) = \text{стул}(x) \vee \text{стол}(x),$$

$$(\text{стул или } \text{стол})(x, y) = (\text{стул}(x)) \vee (\text{стол}(y)).$$

В общем случае операцию, выраженную словом **или** во второй его роли, можно определить равенством

$$(b_1 \text{ или } b_2)(x, y) = b_1(x) \vee b_2(y), \quad (6)$$

справедливым при любых $x \in A$ и $b_1, b_2 \in B$. Аналогичное равенство пишем также для союза **и**:

$$(b_1 \text{ и } b_2)(x, y) = b_1(x) \wedge b_2(y). \quad (7)$$

Заметим, что предикаты (3) и (4) можно получить из предикатов (6) и (7), заменяя в них переменную y на x , например:

$$(b_1 \text{ или } b_2)(x, x) = b_1(x) \vee b_2(x) = (b_1 \text{ или } b_2)(x).$$

Проведенный анализ, отправляющийся от введения в высказывании двух предметных переменных вместо одной, наглядно показывает, что в результате физико-математического описания механизмов естественного языка появляется возможность легко и просто отвечать на вопросы, которые представляются весьма трудными и запутанными в рамках традиционного языкознания.

Аналогичным способом могут быть переведены на естественный язык любые суперпозиции булевых операций, действующих на имена существительные, например:

$$(\text{стул}(x) \wedge \neg \text{стол}(y)) \vee (\neg \text{стул}(x) \wedge \text{стол}(y)) = (\text{либо стул, либо стол})(x, y),$$

$$\neg \text{стул}(x) \wedge \neg \text{стол}(x) = (\text{ни стул, ни стол})(x).$$

Первый из только что записанных предикатов можно выразить высказыванием **Либо предмет x есть стул, либо предмет y есть стол**, второй — высказыванием **Предмет x — это ни стул, ни стол**. В общем случае булевыми операциями можно действовать не только на имена существительные, но и на любые совершенные словосочетания.

Рассмотрим теперь, как выражается в естественном языке квантор существования вида $\exists x \in A(b(x))$, где b — какое-нибудь слово или словосочетание, а x — предметная переменная. Квантор обращается в единицу только в том случае, если в множестве A

найдется хотя бы один предмет x , для которого значение предиката $b(x)$ равно единице. Обратимся к лингвистическому эксперименту и попытаемся ответить на вопрос, какое высказывание должен предъявить исследователь испытуемому, чтобы тот своим поведением воспроизвел действие квантора $\exists x \in A(b(x))$. Один из возможных ответов на этот вопрос состоит в следующем. Испытуемому предъявляется высказывание *Имеется предмет x , для которого справедливо, что x есть b* . Чтобы установить истинно или ложно это высказывание, испытуемый должен будет обозреть мысленным взором все предметы, присутствующие в заданной ему ситуации, и установить, имеется ли среди них хотя бы один такой, который бы подошел под понятие b . Если да, то испытуемый отреагирует единичным ответом, в противном случае – нулевым. Аналогичным образом можно поставить лингвистический эксперимент, в котором испытуемый будет реагировать на предъявление словосочетания b значениями квантора общности $\exists x \in A(b(x))$. В этом случае испытуемому можно предъявить, к примеру, высказывание вида *Для любого предмета x справедливо, что x есть b* . Испытуемый будет реагировать положительным ответом на это высказывание лишь в том случае, если все предметы, обнаруживаемые в предъявленной ему ситуации, подходят под понятие b . Обратим внимание на то, что в только что описанных лингвистических экспериментах одна из присутствовавших ранее переменных, а именно – предметная переменная x , исчезла. Осталась только текстовая переменная y . Предикаты, зависящие не от двух переменных x, y , а только от одной y , будем называть уже не ситуационно-текстовыми, а просто *текстовыми*. Кванторы существования и общности лучше записывать в виде $\exists a \in A(y(a))$ и $\forall x \in A(y(a))$, чтобы подчеркнуть, что y – это единственная переменная, фигурирующая в таком варианте лингвистического эксперимента.

Рассмотрим теперь высказывание *Предмет x есть синий платок*. Предикат, реализуемый в лингвистическом эксперименте испытуемым при предъявлении ему этого высказывания, будем записывать в виде: **синий платок**(x). Кроме того, рассмотрим высказывания *Предмет x – синий* и *Предмет x есть платок*. Предикаты, соответствующие этим высказываниям, будем записывать в виде: **синий**(x) и **платок**(x). Лингвистический эксперимент показывает, что при любом x имеет место следующее равенство, связывающее три только что введенных предиката:

$$\text{синий платок}(x) = \text{синий}(x) \wedge \text{платок}(x).$$

Действительно, если известно, что предмет x – это синий платок, то отсюда логически следует, что этот предмет есть платок и он – синий. Обратное, из того, что предмет x – синий и что он есть платок, вытекает, что предмет x есть синий платок. Записанное равенство указывает способ, посредством

которого смысл словосочетания **синий платок** формируется из смыслов составляющих его слов **синий** и **платок**.

Вместо слова **платок** в записанном нами равенстве могло бы фигурировать любое другое имя существительное, например **поезд**, и даже любое законченное словосочетание. Слово **синий** можно было бы в нашем равенстве заменить на любое иное имя прилагательное, например **скорый**. После замены получаем равенство

$$\text{скорый поезд}(x) = \text{скорый}(x) \wedge \text{поезд}(x).$$

Как видим, несмотря на замену слов в равенстве, последнее свою силу не утратило. Ясно, что здесь мы имеем дело с частными случаями некоего достаточно общего закона языка. Попробуем сформулировать этот закон в возможно более общем виде и очертить сферу его действия. До сих пор в роли первого слова в словосочетании мы брали качественные имена прилагательные. Однако возможно использование и относительных имен прилагательных. Например, предикат с именем **кирпичный завод** точно так же разложится в конъюнкцию предикатов с именами **кирпичный** и **завод**:

$$\text{кирпичный завод}(x) = \text{кирпичный}(x) \wedge \text{завод}(x).$$

Отметим, что здесь мы снова сталкиваемся с явлением омографии. Слово **кирпичный** в данном словосочетании двусмысленно. Можно понимать выражение **кирпичный завод** как завод, построенный из кирпича, и как завод, изготавливающий кирпичи. Тем не менее, при каждом варианте значения слова **кирпичный** равенство сохраняет свою силу и при использовании в роли первого слова словосочетания любого причастия или порядкового числительного, например **мчащийся поезд**, **опоздавший пассажир**, **второй подъезд**.

Такой способ соединения слов и словосочетаний в грамматике называется *согласованием*. Мы полагаем, что согласование представляет собой предикатную операцию, преобразующую смыслы двух слов, первое из которых выражает какой-либо вид предметов, а второй – какое-нибудь свойство предметов. Обозначим ее символом СОГЛ(X, Y). Можем записать:

$$\text{СОГЛ}(X(x), Y(x)) = X(x) \wedge Y(x) = (XY)(x). \quad (8)$$

Операция СОГЛ преобразует пару предикатов $X(x), Y(x)$ в предикат $(XY)(x)$. Например, предикаты **синий**(x) и **платок**(x) она преобразует в предикат **синий платок**(x). X и Y – это предикатные переменные. Области определения **A** и **B** у них могут выбираться разными. Они представляют собой некоторые подмножества одной и той же системы **M** всевозможных одноместных предикатов, заданных на множестве A . Естественный язык пользуется для выражения элементов множеств **A** и **B** различными средствами, называемыми *адъективными* (имена прилагательные, числительные, причастия) и *субстантивными* (имена существительные).

В грамматике имеется еще один вид согласования, а именно — согласование подлежащего со сказуемым. Использование этого вида связи между словами приводит к образованию предложения. Попробуем перебросить мостик между предложениями и словосочетаниями. Решение этой задачи очень важно, поскольку смысл словосочетаний мы уже умеем изучать объективно с помощью лингвистического эксперимента, но пока неизвестно, как подступиться к смыслу предложения. Возьмем, например, предложение *Едет поезд*. Ему соответствует словосочетание *Едущий поезд*. Смысл последнего словосочетания мы научились выражать через смыслы составляющих его слов. Если бы удалось отождествить смысл предложения со смыслом соответствующего ему словосочетания, тогда лингвистический эксперимент можно было бы распространить и на предложения. Словосочетание *Едущий поезд* мы заменили высказыванием *Предмет x есть едущий поезд*, введя таким способом в него предметную переменную x . Дополним предметной переменной x и предложение *Едет поезд*, превратив его в высказывание *Едет поезд x* . С таким высказыванием уже можно проводить лингвистический эксперимент. Как и прежде, испытуемому предъявляется некоторая ситуация, а в ней указывается предмет x . В таких условиях испытуемый сможет установить, истинно данное ему предложение или нет. Своим поведением он реализует некоторый предикат, который мы запишем в виде *едет поезд(x)*. После того как в эксперименте мы получим оба предиката *едущий поезд(x)* и *едет поезд(x)*, правомерно поставить вопрос, тождественны ли эти предикаты, т.е. совпадают их значения при любых значениях переменной x . Если — да, тогда нет оснований отличать предложения от словосочетаний, и таким образом проблема формального описания смысла предложения полностью сводится к отысканию смысла соответствующего словосочетания. Предположим, испытуемый установил, что высказывание *Предмет x есть едущий поезд* истинно для некоторого произвольно выбранного предмета x в заданной ситуации. Отсюда следует, что *Предмет x есть поезд* и что *Предмет x — едущий*. Из того, что *Предмет x — едущий*, следует, что *Предмет x едет*. Если же *Предмет x едет* и *Предмет x есть поезд*, то отсюда следует, что *Едет поезд x* . Итак, мы доказали истинность высказывания *Едет поезд x* . Аналогично доказывается следование в обратную сторону. Таким образом, оба высказывания логически равносильны. Важно подчеркнуть, что вывод этот опирается исключительно на объективные результаты лингвистических экспериментов, он не нуждается в привлечении каких-либо данных субъективного характера. Он выражает лишь тот простой факт, что испытуемый на оба высказывания реагирует одним и тем же объективно регистрируемым поведением: в обоих случаях он реализует своими физическими действиями один и тот же предикат. Впереди предстоит огромная работа по изучению необъятного по сложности механизма естественного языка. Но путь к его физико-математическому описанию открыт, и это вселяет надежду на успех.

Литература: 1. Звегинцев В.А. Предложение и его отношение к языку и речи. Изд-во Моск. ун-та, 1976. 305 с. 2. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence. A Modern Approach. АІМА, 1998. 932 p. 3. Грамматика русского языка. Том 2. Синтаксис. Часть 1. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 702 с. 4. Ильф И., Петров Е. Двенадцать стульев. М.: ВАГРИУС, 1998. 541 с. 5. Дударь З.В., Мельникова Р.В., Шабанов-Кушнарченко Ю.П. Отношения как объекты формульного описания // Радиоэлектроника и информатика. 1997. № 1. С. 115-119. 6. Дударь З.В., Самуйлик И.Г., Шабанов-Кушнарченко Ю.П. Отображения как объекты формульного описания // Радиоэлектроника и информатика. 1998. № 1. С. 56-60. 7. Дударь З.В., Кравец Н.С., Шабанов-Кушнарченко Ю.П. О фундаментальной алгебре предикатных операций // Проблемы бионики. 1998. Вып. 49. С. 3-13. 8. Дударь З.В., Кравец Н.С., Шабанов-Кушнарченко Ю.П. О прикладной алгебре предикатных операций // Проблемы бионики, 1998. Вып. 49. С. 14-22. 9. Баталин А.В., Тевяшев А.Д., Шабанов-Кушнарченко Ю.П. О системном анализе информационных процессов // Радиоэлектроника и информатика. 1998. № 3. С. 102-110. 10. Гвоздинская Н.А., Дударь З.В., Шабанов-Кушнарченко Ю.П. О математическом описании смысла текстов естественного языка // Проблемы бионики. 1998. Вып. 48. С. 141-149. 11. Дударь З.В., Рассадникова А.В., Шабанов-Кушнарченко Ю.П. Тексты естественного языка как формулы лингвистической алгебры // АСУ и приборы автоматики, 1998. Вып. 107. С. 135-144. 12. Баталин А.В., Дударь З.В., Стороженко А.В., Шабанов-Кушнарченко Ю.П. О лингвистической алгебре // Радиоэлектроника и информатика, 1998. № 4. С. 101-109. 13. Декарт Р. Избранные произведения. М.: Госполитиздат, 1950. 710 с. 14. Глушков В.М. Введение в кибернетику. К.: Изд-во АН УССР, 1964. 324 с.

Поступила в редколлегия 20.01.2002

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Левыкин В.М.

Дударь Зоя Владимировна, канд. техн. наук, профессор кафедры программного обеспечения ЭВМ ХНУРЭ. Научные интересы: искусственный интеллект, программное обеспечение автоматизированных систем. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 40-94-46.

Пославский Сергей Александрович, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры теоретической механики Харьковского национального университета. Научные интересы: логическая математика и ее приложения в информатике. Адрес: Украина, 61077, Харьков, пл. Свободы, 4, тел. 40-94-46.

Ситникова Анна Викторовна, аспирантка кафедры программного обеспечения ЭВМ ХНУРЭ. Научные интересы: математические модели смысла словосочетаний естественного языка и их применение в системах искусственного интеллекта. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 40-94-46.

Шабанов-Кушнарченко Сергей Юрьевич, д-р техн. наук, профессор кафедры прикладной математики ХНУРЭ. Научные интересы: теория интеллекта и ее применения в искусственном интеллекте. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 40-94-46.

Шуклин Дмитрий Евгеньевич, аспирант кафедры программного обеспечения ЭВМ ХНУРЭ. Научные интересы: математические модели семантики естественного языка и их применение в программировании. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 40-94-46.