КРИТИКА
И СЕМИОТИКА

Об особенностях представления научного знания языком математики[1]

Н.Б. Кошкарева
НОВОСИБИРСК

Язык – это одежда мысли (С. Джонсон).

Чистая математика – это огромный организм, построенный полностью и исключительно из идей, возникающих в умах математиков и в этих умах живущих
(Ю. И. Манин. Математика как метафора).

Целью данной статьи является рассмотрение способов репрезентации научных знаний в метаязыке математики. Теоретической основой исследования является представление о бинарном устройстве семантической стороны предложения, о дихотомии диктума (объективного содержания высказываемого) и модуса (его субъективной интерпретации) [Балли 1955; Вежбицка 1978; Шмелева 1988; и др.]. Соответственно, тексты научного стиля анализируются с позиций того, какие именно смыслы в них наиболее частотны и какими языковыми средствами они чаще всего выражаются.

Анализ материала опирается на представление о том, что в языке вообще и в языке любой науки в частности информация «упаковывается», «кодируется» при помощи ограниченного набора типовых синтаксических структур, форма и содержание которых взаимно обусловлены [Кошкарева 2007]. Любое высказывание на естественном языке можно в конечном итоге свести к одной (или сочетанию нескольких) пропозиций: бытия / местонахождения (кто – существует / находится – где), движения (кто – перемещается – откуда – куда – по какой трассе – на каком транспортном средстве), состояния / деятельности

[1] Работа выполнена в рамках междисциплинарного интеграционного проекта РАН «Логико-математический анализ выразительных возможностей языка в представлении знания: соотношение синтаксиса, семантики и семиотики в формализации научных теорий».

Критика и семиотика. Вып. 13, 2009. С. 152-163.

(кто – пребывает в том или ином состоянии), действия (кто – воздействует – на что), характеризации (кто – каков), реляции (кто – находится в каких отношениях – с кем). Каждая из них может выражаться изосемически и неизосемически и реализоваться в разных сферах (физической, социальной, психической, интеллектуальной, эмоциональной), а также сопровождаться теми или иными модусными смыслами [Золотова 1973, 1982; Шмелева 1988; Всеволодова 2000].

Предварительные наблюдения показали, что в языках разных наук предпочтение в выражении смыслов отдается разным пропозициям: язык биологии и химии более «акционален», в нем чаще употребляются акциональные предикаты класса *воздействовать*, а модусные смыслы описывают этап экспликации знания, отражающего свойства объективной реальности: *обнаружено*, *установлено*, *выявлено* и под. Что касается языка математики, то, несмотря на постулируемую «точность» этой науки, представляемое знание облекается в формы, указывающие на гипотетичность, допустимость знания, его конвенциональность.

Материалом для исследования послужили 27 научных статей разных авторов, опубликованных в журнале «Вестник НГУ. Серия: Математика, механика, информатика» за 2008 г. (Том 8. Вып. 1-3) объемом 350 печатных страниц, около 675000 знаков (с пробелами). Все статьи сопоставимы по объему: около 0,5 а.л., около 4000 слов, около 20000 знаков, в среднем от 100 до 150 предложений естественного языка.

Особенности математического диктума

В проанализированных текстах встречаются примеры употребления разных пропозиций: событийных (бытийно-пространственных, акциональных, статальных) и логических (характеризации и реляции), которые реализуются преимущественно в интеллектуальной сфере, что естественно, так как речь идет об идеальных сущностях гипотетически построенного мира. Частотность пропозиций разного типа и особенности их выражения весьма различны. Основными пропозициями, в которых находит выражение математическое знание, являются пропозиции существования, характеризации и тождества.

Пропозиция существования (что – существует – где) описывает бытие, наличие некоторого предмета в пространстве [Арутюнова, Ширяев 1984]. Она строится по типовой синтаксической структуре, в которой позиция предиката выражается, как правило, изосемически – глаголом *существовать*, а локализатор вербально не выражен, так как подразумевается идеальная реальность математического знания. Предикат *существовать*, в отличие от языка художественной литературы, является высоко частотным. В одной из статей он употребляется 39 раз (при общем числе слов 7509, включая формулы и отдельные символы).

В языке математики к бытующим предметам относятся математические сущности и их объединения: *элементы* (например, *ключевые*), *числа*, *постоянные*, *константы*, *инварианты Ли*, *значения*, *операторы*, *номера* (например, *конечный номер итерации*), *группы* (например, *изоморфные*), *последовательности*, *цепи*, *множества* и *подмножества*, *наборы*, *морфизмы* и *изоморфиз-*

мы, *конфигурации*, *модели*, *системы*, *типы*, *классы* (например, *класс топологических пространств*), *функции* (с определенными свойствами, как правило, *вычислимые*), *формулы* например, *сильно минимальная формула*), *моменты*, *точки*, *графы* и *подграфы*, *вершины*, *сети* (например, *сеть топологии «звезда»*), *формы* (например, *конъюнктивная и дизъюнктивная нормальные формы в секвенциальном исчислении высказываний*); *расширение Хенкина*, *биекция f*, *hhp-бисимуляция*, *поверхностные заряды*, *множество вариантов атак* и т. п.

Утверждается существование возможных процедур манипуляции с данными объектами: *методы*, *критерии*, *решения*, *алгоритмы*, *тесты*, *реализации*, *процедуры*, *альтернативные подходы*, *теории* и проч. Постулируется также существование их характерных признаков – *изоморфизма*, *эквивалентности*, *ограничений* тех или иных свойств. Например:

Из условия стабильности следует, что для каждого из событий в конфигурации ***существует*** *единственное минимальное инициирующее его подмножество событий, от которых оно причинно зависит* [1: 17][1]; *Заметим, что* ***имеют место*** *непрерывные вложения* $L^2(0, T; W^{1,2}(\Omega)) \subset L^2(Q) \subset L2(0, T; (W^{1,2}(\Omega))^*)$ [2: 7]; ***Существует*** *центральный идемпотент f кольца K и изоморфизм* $\theta : K+\ 7 \to S+$ *аддитивных групп…* [3: 101]; *Предположим, что в графе Г существует клика, содержащая не менее y0 вершин* [3: 110]; *Сначала заметим, что в системе* ***имеется*** *всего один лагранжев инвариант s, которые не содержит пространственных производных* [1: 68].

Пропозиция существования тесно связана с пропозицией характеризации, в которой устанавливается наличие у субъекта тех или иных качеств или свойств. Например:

Поскольку оператор M ***является*** *также* ***ограниченным***, ***монотонным*** *и* ***семинепрерывным***, *то согласно [9] существует решение задачи…* [2: 7].

Средством выражения этой пропозиции также является изосемический предикат *являться + имя прилагательное*, частотность которого может достигать 30-40 единиц в одной статьей. В языке художественной литературы предикат *являться* как способ выражения качественной характеризации употребляется крайне редко, предпочтение в аналогичных ситуациях отдается глаголу-связке *быть*, который в настоящем времени закономерно отсутствует, тем самым основная нагрузка в выражении этого значения ложится на признаковое имя, а лексически опустошенный предикат принимает на себя чисто грамматические функции (указание на время, лицо, наклонение и проч.). В языке математики, напротив, наблюдается предикатное выражение характеристики субъекта, т. е. избирается изосемический, наиболее эксплицированный способ выражения этого смысла.

Наиболее частотной из всех пропозиций является логическая пропозиция тождества, в которой один и тот же объект отождествляется либо с самим со-

[1] Здесь и далее в ссылках на источник примера первая цифра указывает выпуск журнала «Вестник НГУ. Серия: Математика, механика, информатика» за 2008 г. (Том 8), вторая цифра – номер страницы. При воспроизведении математических формул и символов возможны неточности, обусловленные трудностями технического характера.

бой на основании разных присущих ему признаков и свойств, либо с другими объектами, т. е. устанавливается *отношение* между разными номинациями одного и того же субъекта либо отношение между двумя разными субъектами. Неслучайно поэтому одним из широко употребляющихся понятий в языке математики является *отношение* как разновидность математических сущностей. Например:

Это означает, что существует функция, вычисляющая по β вычислимо перечислимый с оракулом X индекс для ***отношения*** $\leq_\beta$ [2: 43].

Наиболее абстрактным примером пропозиции тождества является математическое **уравнение**, смысл которого грамматически прочитывается как утверждение о том, что левая часть с некоторыми свойствами равна правой части с некоторыми другими свойствами. Поэтому в языке математики так разнообразны предикаты тождества типа *быть тождественным* / *изоморфным* / *эквивалентным* / *равным* / *равносильным* / *аналогичным*, *соответствовать*, *совпадать*, *сводиться*, *уподобляться* и др., которые в языке художественной литературы встречаются крайне редко. При необходимости выражения подобных смыслов естественный язык более осторожно формулирует не полное тождество, а сходство. Например:

В системе (1) искомыми функциями ***являются*** *давление $p(\mathbf{x}, t)$ и вектор скорости $\mathbf{u}(\mathbf{x}, t) = u_i(\mathbf{x}, t) = (u_1(\mathbf{x}, t), u_2(\mathbf{x}, t))$* [2: 31]; *В начальный момент времени область расчета* ***представляет собой*** *круг единичного радиуса, в который заключена несжимаемая жидкость* [2: 31]; *Это означает, что ни одна пара из введенных эквивалентностей не* ***совпадает*** [2: 21]; *Теперь можно установить* ***совпадение*** *трассовой эквивалентности Пратта и hhp-бисимуляции с соответствующими вариантами абстрактной бисимуляции* [2: 22].

В связи с этим высоко частотны высказывания, отражающие разнообразные процедуры трансформаций и подстановок типа ***w*** *выражается через* ***u***. Другим следствием этого факта является специфика выражения пропозиции движения (кто – движется – куда – откуда – на каком транспортном средстве – по какой трассе). Высказываний, в которых бы описывалось самопроизвольное движение субъекта – математической сущности, практически не встречается (за исключением статей, описывающих моделирование естественных процессов, например, движение волны). Это естественно, так как самопроизвольно передвигаться может только одушевленный субъект (*человек* или *животное*), а также природные явления или стихии (*облака бегут по небу*, *волны набегают на берег*, *ураган налетел на город* и под.). Математические субстанции полностью подвластны воле ученого, который по своему усмотрению производит над ними те или иные манипуляции, основной из которых является перемещение, т. е. каузированное движение. Абстрактный грамматический смысл высказываний с предикатами типа ***перенести*** *из одной части уравнения в другую*, ***отнять*** *одну величину от другой*, ***вычесть*** *одну величину из другой*, ***прибавить*** *одну величину к другой* сводится к описанию ситуации каузированного движения: субъект (ученый) делает так, чтобы (предикат каузации) математическая сущность (объект перемещения) переместилась из одной области в другую (пространственные локализаторы). Например:

Подставив *эти выражения в (15) и (16), получим выражения для компонент Er и Eφ через производные Hz…* [2: 57].

Таким образом, особенностью диктумного слоя математических высказываний является предпочтительное употребление нескольких основных пропозиций – существования, характеризации и тождества, которые выражаются изосемически, при помощи глагольных предикатов. Все пропозиции реализуются в интеллектуальной сфере, в которой и осуществляется процесс познания математической реальности.

Особенности математического модуса

Модус, или субъективная интерпретация диктумного содержания, в языке математики также характеризуется некоторыми специфическими чертами. Прежде всего, следуем указать на значительное количество модусных смыслов, которые могут относиться к одной и той же пропозиции. Проанализируем одно из высказываний:

Следует отметить*, что критерий EDP* ***представляется автору*** *более* ***адекватно*** *оценивающим надежность объектов сетевой структуры, чем критерий вероятности связности,* [*потому что он* ***позволяет оценивать*** *степень разрушения сети*] [1: 3].

Базовой пропозицией в первой части предложения (до квадратных скобок) является пропозиция характеризации – *объекты сетевой структуры являются надежными*, которая выражается неизосемически – при помощи номинализованной конструкции *надежность объектов сетевой структуры*.

Эта пропозиция обрастает следующими модусными смыслами:

а) оценка: *критерий EDP* ***оценивает****,* [*являются ли объекты сетевой структуры надежными*];

б) характер оценки – ***адекватно*** *оценивающим* (при этом адекватность является не объективной, а сугубо авторской);

в) авторизация: *представляется* ***автору***;

г) выражается одна из метакатегорий модуса – условность общения: *следует отметить*, связанная с необходимостью привлечь внимание говорящего к важности выдвигаемого тезиса.

Набор смыслов, переданных в этой части предложения, изосемически может быть эксплицирован следующим образом:

Следует отметить (модус привлечения внимания),

что критерий EDP оценивает (модусная категория оценки),

являются ли объекты сетевой структуры надежными (пропозиция характеризации).

[Автор привлекает внимание к описываемому методу.]

Автору представляется (модусная категория авторизации),

что критерий EDP оценивает X более адекватно (модусная категория оценки), *чем*[1] *критерий вероятности связности.*

---

[1] Пока оставляем в стороне возможность дальнейшего развертывания предложения за счет смыслов, элиминированных средствами сравнительной конструкции.

[Автор мотивирует выбор данного метода как более адекватного, по его мнению. Данный модусный смысл относится не к пропозитивному слою, а к предшествующему модусу.]

Как видим, одна пропозиция сопровождается как минимум четырьмя модусными смыслами, каждый из которых снижает восприятие данного факта как безусловно достоверного. При этом некоторые из модусных смыслов относятся непосредственно к диктумному слою, т. е. к пропозиции *объекты сетевой структуры являются надежными*, а другие – к другим модусам.

Аналогичным образом развертывается и структура второй части предложения – *потому что он **позволяет оценивать** степень разрушения сети*, в которой базовая пропозиция *сеть разрушается* также выражена неизосемически – номинализованной конструкцией, содержащей характеризующий компонент ***степень** разрушения сети*. Если попытаться выразить каждый из свернутый смыслов изосемически, то получим следующее построение:

Он позволяет (равносильно «критерий EDP делает возможным» – модальность возможности);

Оценивать (равносильно «чтобы некто оценил» – (модус оценки).

Степень разрушения сети (равносильно «насколько разрушается сеть» – (диктум с припропозитивным слоем аспектуальности – степени проявления признака).

Между первой и второй частью предложения устанавливаются причинно-следственные отношения, выраженные подчинительным союзом *потому что*.

Подобные многослойные построения высоко частотны в проанализированных нами текстах. Их особенностью является выдвижение на первый план и выражение при помощи предикатной лексики модусных смыслов, т. е. субъективной интерпретации, которая тем самым подается как более важная, значимая; в то время как диктумные слои (собственно информация) отодвигаются на второй план, оформляются как второстепенные члены предложения, занимая в грамматической иерархии смыслов подчиненное положение. Это является свидетельством того, что пишущий либо интуитивно осознает неполную достоверность описываемого факта, либо намеренно демонстрирует условность высказанного мнения.

Количество модусных смыслов в любом из проанализированных нами текстов значительно превышает количество пропозиций. Они употребляются даже в тех случаях, когда, казалось бы, по законам естественного языка для выражения уверенности в достоверности знания они не требуются.

Ср. известную пару примеров: *Он придет* и *Он, конечно, придет*, в которой первая фраза выражает безусловную достоверность факта, а во второй появление вводно-модального слова *конечно* обусловлено необходимостью убедить собеседника в факте, который подвергается сомнению: в фоновых знаниях присутствует осознание возможности того, что приход не состоится.

Аналогично в языке математики: он изобилует построениями типа *Ясно / понятно / известно / очевидно / видно / естественно считать*, *что…*, которые, в общем-то, избыточны, если речь идет о безусловно достоверных знаниях, истинность которых не подвергается сомнению. Так, в одной из проанализированных нами статей объемом 6 страниц, большую часть которых занимают математические формулы и представлено только 67 предложений естественного языка, соответствующие показатели (*Ясно, что…*; *Известно, что…*; *Воспользуемся далее следующим известным соотношением…* и др.) встретились 10 раз, т. е. употребляются в среднем один раз на каждые 6-7 предложений. Тем самым практически каждый из вводимых постулатов интерпретируется автором как сам собой разумеющийся.

С этими показателями соотносятся и оценочные категории типа *легко*, *нетрудно* (найти, вычислить, применить, показать), которые также высоко частотны и также создают представление о закономерности и несомненности проводимых процедур[1].

Такие показатели могут играть и чисто стилистическую роль, используясь в качестве редких на фоне математических формул элементов связи текста. Однако сам выбор в качестве средств, консолидирующих текст, сигналов очевидности знания, является показательным.

Другой особенностью математического модуса является высокая степень гипотетичности представляемого знания. Широко используются лексические средства выражения гипотетичности, например:

Все функции с двумя нижними индексами ***предполагаются*** *симметричными по этим индексам* [2: 4]; *Встроенная временная информация данной модели может быть охарактеризована следующим образом.* ***Предполагается*** *непрерывный счетчик времени, т. е. время измеряется по непрерывной временной шкале, представленной действительными числами, в отличие от дискретных моделей, где прохождение времени измеряется тактами, как правило, представленными натуральными числами.* ***Подразумевается*** *абсолютное течение времени, т. е. оно измеряется от начала работы моделируемой системы, а не относительно выполнения последнего события* [2: 17]; *Для доказательства второго пункта* ***допустим****, что A разрешима* [2: 94].

К грамматическим показателям высокой степени гипотетичности описываемого относятся некоторые синтаксические конструкции (в первую очередь условные конструкции с показателями *если … то…*), а также глагольные категории.

Разнообразные по форме конструкции с прототипическим условным значением широко используются для формулировки исходных посылок, на которых строится теория. Рассмотрим, например, самое начало одной из статей:

Пусть Xn, n ≥ 1 – независимые одинаково распределенные случайные величины. Рассматриваются частичные суммы […] и их супремум […][2]. ***Если*** ***E****X1 < 0,* ***то*** ***P****(S < ∞) = 1. В то же время супремум траектории равен беско-*

---

[1] Заметим попутно, что еще одним частотным оценочным смыслом в математических текстах является категория «интересно», что создает представление о ходе математического исследования как о занятии легком, интересном (и очевидно вытекающее из этого следствие – приятном).

[2] По техническим причинам мы вынуждены опускать запись математических формул.

нечности, ***если*** *скачки случайного блуждания имеют нулевое среднее. Поэтому* ***при*** $\boldsymbol{E}X1 = -\varepsilon < 0$, $\varepsilon \to 0$, *может наблюдаться рост значений S* [1: 51].

В данном отрывке дважды использовано условное сложноподчиненное предложение с союзом *если*. Основным признаком условных предложений является гипотетическая модальность зависимой части, т. е. представление факта не как реального, а лишь только возможного. Аналогичными свойствами обладает и синонимическая конструкция, вводимая предлогом *при*. Таким образом, все дальнейшее изложение строится на **возможном** факте, который в естественном языке интерпретировался бы как такой, который совершенно не обязательно должен быть реальным и осуществится. Вероятнее всего, в языке математики это значение потенциальной модальности в таких построениях стерлось и вряд ли осознается как разновидность нереального значения, но грамматически эта конструкция подразумевает именно нереальность события. И если строго следовать грамматической логике, то получается, что все последующие построения базируются на допущении, а не на реальном факте.

Для математических текстов типично установление причинно-следственных отношений между пропозициями, отношения обусловленности, мотивации одного факта другим. Изосемически они выражаются причинно-следственными сложноподчиненными предложениями с союзами *потому что*, *поскольку*, *так как* и др., а также при помощи вводно-модальных слов *следовательно*, *значит* и под.

Для $n = 0$ *это очевидно,* ***потому что*** *...* (формула) [2: 68]; ***Так как*** *мы отождествляем формулы с их геделевскими номерами, то вычислимость модели эквивалентна вычислимости атомной диаграммы D(A) модели A* [1: 91]; *Направление* ($\Leftarrow$) *выполняется,* ***так как*** $U(x)$ *и* $R_i(y_i)$ *определимы бескванторными формулами (или отношение и его отрицание определимы* $\exists$*-формулами)* [1: 94]; *Для этого докажем, что полная диаграмма Dc(B) модели B рекурсивно аксиоматизируема и полна и,* ***следовательно****, разрешима* [2: 94]; *Пространство U компактно вложено в* $L^2(Q)$ *[11].* ***Следовательно****, можно построить компактный оператор* [2: 6].

В естественном языке причинно-следственные конструкции относятся к классу предложений, в которых описывается не реальная действительность, а установленная говорящим регулярная взаимосвязь между двумя явлениями действительности. В природе существуют только события, причинно-следственные отношения между ними говорящий выводит на основе опыта, регулярных наблюдений. В языке математики эта субъективность причинно-следственных отношений утрачивается, подобные конструкции приобретают значение несомненного утверждения.

Переизбыток конструкций с потенциальной модальностью возможности типична для всех исследованных нами текстов и их разных композиционных частей:

– фрагмент введения:

Изучение алгоритмических свойств моделей с интересными алгебраическими и теоретико-модельными является одним из основных вопросов теории вычислимых моделей. Для исследования этого вопроса часто применяются известные структурные свойства моделей. При этом во многих случаях резуль-

таты, полученные для определенных моделей, могут быть перенесены на модели из других важных классов. Один из ***возможных*** *путей получить подобные обобщения заключается в кодировании исходной модели в модели из другого класса таким образом, чтобы сохранить интересующие алгоритмические свойства. Наглядной иллюстрацией применения этих методов* ***могут*** *послужить работы [21] и [25]. В указанных статьях* ***можно*** *найти обзоры известных результатов о различных алгоритмических свойствах многих классов моделей. Кроме того, в них предлагаются методы кодирования моделей,* ***позволяющие*** *свести алгоритмические вопросы для произвольных моделей к аналогичным вопросам для графов. В [25] даются некоторые достаточные условия, с помощью которых* ***можно*** *утверждать сохранение многих алгоритмических свойств при таких переходах между классами. В данной работе мы дадим аналогичные достаточные условия, несколько более жесткие, чем в [25], но* ***позволяющие*** *утверждать, что сохраняется большее число алгоритмических, а также теоретико-модельных свойств* [1: 90];

– фрагмент содержательной части статьи:

Очевидно, что процесс маршрутизации в глобальных сетях играет важнейшую роль и, как следствие, ***может*** *подвергаться атаке. Основная цель атаки, связанной с навязыванием ложного маршрута – изменить исходную маршрутизацию на объекте РВС так, чтобы новый маршрут проходил через ложный объект, которым является хост атакующего. При передаче потоков в РВС* ***могут*** *возникать проблемы идентификации сетевых управляющих устройств (например, маршрутизаторов) при взаимодействии их с объектами системы. Если операционная система не решает подобных проблем, то РВС* ***может*** *подвергнуться типовой удаленной атаке, связанной с изменением маршрутизации и внедрением в систему ложного объекта. Внедрить такой объект* ***можно*** *и в том случае, если инфраструктура предусматривает использование алгоритмов удаленного поиска* [1: 27];

– фрагмент заключения:

В заключение отметим, что для одномерных уравнений вращающейся мелкой воды были получены все ***возможные*** *законы сохранения, которые не содержат производных. Также были получены бесконечные наборы функционалов Казимира, которые содержат производные любых порядков, для скобки Пуассона одномерной бароклинной жидкости. Полученные законы сохранения* ***могут*** *быть использованы для исследования свойств уравнений вращающейся мелкой воды. Перечислим* ***возможные*** *применения. Во-первых, поскольку найдены все законы сохранения, не содержащие производные, то только такие законы сохранения* ***могут*** *быть положены в основу расчетов разрывных решений [7]. Во-вторых, полученные законы сохранения* ***могут*** *быть использованы при исследовании устойчивости решений [5]. Причем возникает вопрос, как изменится общая схема исследования устойчивости при учете законов сохранения зависящих от времени. В-третьих, на законах сохранения* ***может*** *быть основана теория формирования сингулярностей [9]. В-четвертых, при постоянном параметре Кориолиса система записывается в виде локальных законов сохранения, что, по-видимому,* ***позволит*** *переписать их в симметризованном виде по аналогии с обычными гидродинамическими уравнениями [2]* [1: 69].

К этому же классу явлений относится и предпочтение форм будущего времени по сравнению с настоящим для формулировки результатов, которые уже реально достигнуты в статье, например:

Результатом для описанного выше примера ***будет*** *следующая таблица маршрутизации 3* [1: 33]; *При использовании механизмов удаленного поиска реализация рассматриваемой типовой угрозы состоит в перехвате поискового запроса и передаче в ответ на него ложного сообщения, в котором указываются данные, использование которых приведет к адресации на атакующий ложный объект. Таким образом, в дальнейшем весь поток информации между субъектом и объектом взаимодействия* ***будет*** *проходить через ложный объект РВС* [1: 27]; ***Будем*** *считать, что задача (3) разрешима* [1: 80]; *Мы* ***будем*** *предполагать, что…* [2: 4]; *Задача* ***будет*** *характеризоваться положительным параметром* λ [2: 4]; ***Будем*** *решать уравнения (7) и (8) отдельно в сердцевине и отдельно в оболочке* [1: 56].

Конструкции с прототипической грамматической семантикой допущения являются основой для формулировки большинства теорем. Например:

Теорема 1. Пусть *имеется граф типа «звезда», у которого одна центральная вершина смежна всем остальным вершинам.* ***Пусть*** *в этой сети есть одна (особая) вершина, которой приписан вес* $w*$*, а все остальные* $n > 1$ *вершин имеют вес* $w < w*$*. В этом случае для любого p EDP графа, у которого особая вершина расположена в центре, меньше EDP графа, у которого она расположена на луче (является висячей)* [1: 6]; ***Пусть*** *сеть имеет топологию «цикл длины n с присоединенной вершиной»,* ***пусть*** *в такой сети есть особая вершина, которой приписан вес w*, а вес всех остальных вершин в сети одинаков и равен* $w < w*$ [1: 11].

Количество употреблений оператора *пусть* в разных статьях достигает 30-40 единиц.

В таких построениях, как правило, формулируется допущение либо существования некоторого объекта (бытийная пропозиция), либо тех или иных его свойств (логическая пропозиция характеризации), либо допускается тождество двух объектов друг другу.

В приведенном выше примере допускается существование (предикат *имеется*) определенного объекта – *графа типа «звезда»*, а также его свойств: *одна центральная вершина смежна всем остальным вершинам*. Дальнейшее развертывание теоремы построено на еще одном допущении существования: *Пусть в этой сети* ***есть*** *одна (особая) вершина…*

Другой особенностью математического текста является изобилие конструкций, в которых передаются модусные метакатегории, связанные с условностями называния и номинации описываемых объектов. Неотъемлемой частью любой статьи является введение определений, в которых содержатся формулировки типа *будем называть*, *будем понимать* и под., например:

Назовем *сигнатуру ограниченной, если существует число k, что для любого символа сигнатуры его местность не превосходит числа k* [1: 72]; *Тип p(x) теории T* ***называется*** *властным, если для любого типа q(y) теории T и любой модели* $M \models T$ *если* $M \models p$*, то* $M \models q$ [1: 73]; *Множество стабильный структур событий* ***обозначим*** *через S* [2: 17]; ***Введем понятие*** *временного* *частично упорядоченного множества, которое является временной структурой событий, моделирующей конечный детерминированный процесс* [2: 18].

Частотность таких конструкций может составлять более 10 в одной статьей. Это является знаком введения в общенаучный оборот новых объектов, свойства которых осознаны и эксплицированы в виде определений, хотя наличие таких определений свидетельствует также о конвенциональности знания, установления априорных договоренностей, на основе которых возможно дальнейшее взаимопонимание внутри научного сообщества.

Из модусных смыслов, описывающих восприятие математического текста, наиболее типичны показатели, связанные с его зрительным восприятием, такие как *рассмотрим*, *выглядит*, *видно*, что обусловлено, конечно, высокой степенью символичности математических формул, которые и составляют основную часть математической статьи. Например:

***Рассмотрим** аналитическое решение задачи нахождения напряженности электрического поля ТЕ-волны в волноводе* [2: 55]; *Стекло, из которого состоит волновод, является непроводящим неферромагнитным материалом и не содержит электрических зарядов. Поэтому уравнения Максвелла, описывающие распространение электромагнитных волн, для волновода **выглядят** следующим образом* [2: 55]; *Решение ищется **в виде**…* [2: 55]; *На приведенных векторных диаграммах напряженности электрического поля (рис. 2–6) **видно**, что в решениях, соответствующих $q > 0$, компонента Er не равна нулю*.

Такие метапоказатели навевают представление о том, что такой текст надо рассматривать как целостную картину.

Таким образом, модусные компоненты математического текста связаны с направленностью на его целостное зрительное восприятие, содержат большое количество вербализованных гипотетических смыслов, причем количество модусов в предложении может существенно превышать количество пропозиций, к которым они относятся.

* * *

Все приведенные выше примеры являются свидетельством условности конструируемого математиками мира, в котором точность знания обусловлена введением априорно известных параметров и поэтому распространяется на все множество объектов без исключения, так как все объекты с другими свойствами изначально исключены.

Наиболее типичные для математических текстов грамматические конструкции подтверждают представление самих математиков о сущности собственной деятельности как об идеальном мире, возникшем в умах ученых и там же продолжающих существовать, развиваться, множиться, как это сформулировано в эпиграфе к данной статье, взятом из книги Ю. И. Манина «Математика как метафора», в полной мере отражающей тип языкового представления математического материала в виде метафорически переосмысленных пропозиций и характерных модусных смыслов.

Литература

Арутюнова Н. Д., Ширяев Е. Н. Русское предложение: Бытийный тип. М.: Изд-во МГПИ, 1984.

Балли Ш. Общая лингвистика и вопросы французского языка. М., 1955.

Вежбицка А. Метатекст в тексте // Новое в зарубежной лингвиситке. Вып. VIII. М., 1978.

Всеволодова М. В. Теория фукнционально-коммуникативного синтаксиса: Фрагмент прикладной (педагогической) модели языка. М.: Изд-во Московского ун-та, 2000.

Золотова Г. А. Очерк функционального синтаксиса русского языка. М.: Наука, 1973.

Золотова Г. А. Коммуникативные аспекты русского синтаксиса. М.: Наука, 1982.

Кошкарева Н. Б. Типовые синтаксические структуры и их семантика в уральских языках Сибири. Новосибирск, 2007.

Манин Ю. И. Математика как метафора. М., 2008.

Шмелева Т. В. Семантический синтаксис. Красноярск, 1988.

Шмелева Т. В. Модус и средства его выражения в высказывании // Идеографические аспекты русской грамматики. М.: Изд-во МГУ, 1988. С. 168-202.