
ТРУДЫ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Д. Тискин

ИСЧИСЛЕНИЕ МОНОТОННОСТЕЙ И НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА

Аннотация: В статье предложен обзор исследований в области *естественной логики* (Natural Logic), представленной *исчислением монотонностей* — системой логического вывода для естественного языка, приспособленной к синтаксическому анализу предложений на основе категориальных грамматик. Предлагаются применение правил вывода исчисления монотонностей к логике высказываний и модификация его аппарата для применения к интенциональным контекстам.

Ключевые слова: Естественная логика, исчисление монотонностей, естественноязыковые рассуждения, логика высказываний, интенциональные контексты.

Abstract: The article makes a survey of *Natural Logic*, in particular of *monotonicity calculus* which is a system of natural-language inference driven by the syntactic analysis based upon categorial grammars. An application of monotonicity calculus rules of inference to propositional logic and its modification for handling intensional contexts are provided.

Keywords: Natural Logic, monotonicity reasoning, natural language reasoning, propositional logic, intensional contexts.

ВВЕДЕНИЕ

Целью данной статьи — познакомить читателя с *исчислением монотонностей* — системой логического вывода, изначально разработанной для естественного языка и апеллирующей к объемным отношениям понятий, и показать, как аппарат исчисления монотонностей может быть применен не только в естественноязыковых рассуждениях (как это было показано в рамках так называемой естественной логики), но и в выводе на формальных языках, а также для обработки интенциональных контекстов. Работы на русском языке, посвященные указанной проблематике, насколько нам известно, по меньшей мере немногочисленны. В то же время за рубежом уже испытываются машинные системы оценки выводимости, основанные на исчислении монотонностей, а в перспективе предполагается разработка соответствующего программного обеспе-

* Автор выражает благодарность преподавателям и студентам кафедры логики СПбГУ, оказавшим содействие в разработке темы и обсуждении результатов на всем протяжении работы.

© Д. Тискин, 2012

чения для семантического поиска и автоматического ответа на вопросы¹. В отличие от такого практического применения сопоставление исчисления монотонностей с пропозициональной логикой, напротив, носит преимущественно теоретический характер и должно служить, с нашей точки зрения, прояснению природы логического вывода. В первом разделе статьи рассматриваются основные понятия естественной логики (Natural Logic), требуемые для построения исчисления монотонностей, и приводится такое исчисление. Второй раздел содержит наше предложение относительно построения логики высказываний как исчисления монотонностей, а в третьем разделе кратко излагается перспектива описания интенциональных глаголов как функциональных выражений, не позволяющих умозаключать по монотонности в отношении одного из своих аргументов.

1. ЕСТЕСТВЕННАЯ ЛОГИКА КАК ИСЧИСЛЕНИЕ МОНОТОННОСТЕЙ

1.1. Естественная логика. *Естественной логикой* называется система логического вывода для естественного языка в той форме, в какой он бытует в обыденном употреблении. Это направление берет начало² в концепции американского лингвиста Дж. Лакоффа, предложившего в 1970 г. в статье «Linguistics and Natural Logic» идею «логики, способной учесть все верные заключения, совершаемые в естественном языке, и исключить неверные»³. В дальнейшем естественная логика развивалась усилиями Й. ван Бенгема, связавшего ее с категориальной грамматикой, и В. Санчеса Валенсии, разработавшего алгоритм маркирования полярностей и собственно исчисления монотонностей⁴. Ниже читателю предстоит вкратце познакомиться с перечисленными достижениями, поскольку для определения последующих требуется вначале вести предшествующие. Прежде чем перейти к изложению, заметим, что у термина «естественная логика» следует, по-видимому, различать широкое и узкое понимание: в широком смысле естественной логикой может быть названа программа Дж. Лакоффа, реализация которой, согласно Й. ван Бенгему⁵, требует разработки различных подсистем, или «модулей», среди которых, между прочим, называются подсистемы вывода для анафоры и временной отнесенности; в узком — наиболее разработанный «модуль», т. е. исчисление монотонностей для естественного языка. Таким образом, в дальнейшем мы будем говорить о естественной логике в узком смысле.

1.2. Понятие монотонности. Как уже было отмечено выше, естественная логика задействует средства *категориальной грамматики*, восходящей к работам К. Айдуке-

¹ MacCartney B., Manning Ch. D. 1) Natural Logic for Textual Inference // URL: <http://nlp.stanford.edu/pubs/natlog-wtep07.pdf> (дата обращения: 15.05.2011). P. 5 ff.; 2) An extended model of natural logic // URL: <http://nlp.stanford.edu/pubs/natlog-iwcs09.pdf> (p. 1) (дата обращения: 15.05.2011).

² Как мы увидим ниже, предпосылки для естественной логики существовали уже со времен Аристотеля и стали особенно явными в схоластической логике. См.: Van Benthem J. A Brief History of Natural Logic. 2007 // URL: <http://illc.uva.nl/Publications/ResearchReports/PP-2008-05.text.pdf> (p. 2, 9) (дата обращения: 15.05.2011).

³ Lakoff G. Linguistics and Natural Logic // Synthese. 1970. 22 (1–2). P. 195.

⁴ MacCartney B., Manning Ch. D. Natural Logic for Textual Inference. P. 7.

⁵ Van Benthem J. A Brief History of Natural Logic. Amsterdam; Cambridge, 1996. P. 5.

вича и оказавшей влияние на Р. Монтегю. Каждому компоненту правильно построенного выражения в ней присваивается синтаксическая и/или семантическая категория (тип); среди семантических категорий выделяются два элементарных типа: e , или тип индивидов, и t , или тип истинностных значений, соотносимый с синтаксическим типом «предложение»⁶. Остальные типы, которых теоретически может быть сколь угодно большое количество, определяются рекурсивно следующим образом:

$$\langle \alpha, \beta \rangle$$

есть тип тогда и только тогда,
когда α и β суть типы. (1)

При этом запись $\langle \alpha, \beta \rangle$ понимается как «функция из α в β ». Так, переходный (двуместный) глагол *любить* принадлежит к семантическому типу $\langle e, \langle e, t \rangle \rangle$, поскольку, принимая прямое дополнение, он становится функцией от одного аргумента, т. е. выражением, сходным с непереходными глаголами типа *бежать*⁷. Это аналогично тому, как в логике предикатов первого порядка формулируются условия истинности для атомарной формулы (в нашем случае — с двухместным предикатом): речь идет о том, принадлежит ли упорядоченная пара индивидов обозначаемому предикатом отношению, и, если принадлежит, формула имеет значение «истина»⁸. Теперь мы можем определить важное вспомогательное понятие *отношения влечения* (entailment relation). Говорят, что c *влечет* d ($c \sqsubseteq d$), если и только если⁹:

- 1) $c = d$ — если c и d принадлежат к типу e ;
- 2) $c \rightarrow d$ — если c и d принадлежат к типу t ;
- 3) если для любого a , принадлежащего к типу α , верно, что $c(a) \sqsubseteq d(a)$, — если c и d принадлежат к функциональному типу $\langle \alpha, \beta \rangle$.

К примеру, *Иван быстро бежит* \sqsubseteq *Иван бежит*, поскольку *Иван быстро бежит* \rightarrow *Иван бежит*; *равносторонний прямоугольник* \sqsubseteq *параллелограмм*, поскольку таково объемное соотношение понятий. Введем теперь понятие *монотонности* (monotonicity)¹⁰. Выражение f , принадлежащее к функциональному типу $\langle \alpha, \beta \rangle$, называется *монотонным вверх*, если и только если для любых двух выражений x и y типа α верно, что $f(x) \sqsubseteq f(y)$ тогда и только тогда, когда $x \sqsubseteq y$. f называется *монотонным вниз*, если и только если для любых двух выражений x и y типа α верно, что $f(x) \sqsubseteq f(y)$ тогда и только тогда, когда $y \sqsubseteq x$. Во всех прочих случаях f *немонотонно*.

Пользуясь данным определением, можно установить, в частности, что *бежать* монотонно вверх (*афинянин бежит* \sqsubseteq *человек бежит*), *не* монотонно вниз (*не человек* \sqsubseteq *не афинянин*), а кванторное слово *все* монотонно вниз относительно своего первого аргумента (квантифицируемой именной группы) и вверх — относительно второго (глагольной группы).

⁶ Partee B. H. Montague Grammar and Transformational Grammar // Linguistic Inquiry. 1975. Spring. Vol. 6, N 2. P. 213–219.

⁷ Ср.: Heim I., Kratzer A. Semantics in Generative Grammar. Blackwell; Oxford, 1998 (Language Arts and Disciplines). P. 27.

⁸ См.: Мендельсон Э. Введение в математическую логику. М., 1960. С. 59.

⁹ MacCartney B., Manning Ch. D. Natural Logic for Textual Inference. P. 2.

¹⁰ Ibid.

1.3. Исчисление монотонностей. Существует несколько вариантов исчислений монотонностей, различающихся алгоритмами *маркирования полярностей*¹¹, т. е. характеристики каждого фрагмента правильно построенного выражения с точки зрения того, позволяет ли его контекст заменить его с сохранением истинности на влекомый им (положительная полярность) или на влекущий его (отрицательная полярность). Для наших целей будет достаточно рассмотреть один из таких алгоритмов, предложенный В. Санчесом Валенсией. Для применения алгоритма В. Санчеса Валенсии требуется лексикон, в котором для каждой лексической единицы указан ее семантический тип и для каждого принимаемого ею аргумента отмечена его полярность¹². К примеру, относительно *все* должно быть указано:

$$\text{Все принадлежит к типу } \langle e^-, \langle e^+, t \rangle \rangle. \quad (2)$$

Имея такой лексикон, можно вычислить полярность нетерминальных узлов дерева синтаксической структуры по следующим правилам¹³:

1. Полярность функционального выражения не изменяется при его применении к аргументу.
2. Аргумент при применении функционального выражения получает маркер полярности «+», если функциональное выражение имеет тип $\langle \alpha^+, \beta \rangle$ ¹⁴, и «-», если функциональное выражение имеет тип $\langle \alpha^-, \beta \rangle$.
3. Если функциональное выражение имеет тип $\langle \alpha^\#, \beta \rangle$, полярность аргумента блокируется.
4. Итоговая полярность в непрерывной цепи ребер дерева структуры вычисляется следующим образом: «+ +» = «+», «- -» = «+», «+ -» = «-», «- +» = «-».

Так, имея в лексиконе записи *некоторые* $\langle e^+, \langle e^+, t \rangle \rangle$, *люди e*, *не* $\langle \langle e, t \rangle \rangle^-$, *бежать* $\langle e^+, t \rangle$ ¹⁵, мы получаем следующую разметку полярностей в предложении *Некоторые люди не бегут* (в скобки заключены аргументы функциональных выражений):

$$\text{некоторые}^+ (\text{люди})^+ (\text{не} (\text{бегут})^-)^+. \quad (3)$$

Поэтому в (3) *люди* можно *salva veritate* заменить *люди* на *животные* (понятие большего объема), но *бегут* — только на понятие меньшего (не большего) объема, например, *бегут сломя голову*.

1.4. Правила вывода и силлогистика. Разметив указанным способом предложения естественного языка, их можно использовать в качестве посылок в умозаключениях по монотонности. Соответствующие правила вывода (1.4) были сформулированы Я. ван Эйком¹⁶ и позволяют из данной посылки вывести заключение, в случае

¹¹ Van Eijk J. Natural Logic for Natural Language // URL: <http://homepages.cwi.nl/~jve/papers/07/pdfs/BATUMIfinal.pdf> (p. 2) (дата обращения: 16.05.2011).

¹² Van Benthem J. A Brief History of Natural Logic. P. 7.

¹³ Там же.

¹⁴ Напоминаем, что α, β, \dots суть метапеременные по типам.

¹⁵ Здесь мы сознательно отвлекаемся от трудностей и деталей присвоения типов выражениям в лексиконе. Об этом см.: Heim I., Kratzer A. Semantics in Generative Grammar.

¹⁶ Van Eijk J. Natural Logic for Natural Language. P. 9.

если имеется доступ к лексикону, в котором отражены не только типы, но и отношения влечения, т. е. объемные отношения понятий в терминах традиционной логики:

$$\frac{[S \dots X^+ \dots] X \sqsubseteq Y}{[S \dots Y^+ \dots]} \text{ A} \quad \frac{[S \dots X^- \dots] Y \sqsubseteq X}{[S \dots Y^- \dots]} \text{ B} \quad (4)$$

В (4) S означает, что выражение, в рамках которого осуществляется замена фрагмента, принадлежит к синтаксическому типу «предложение», соответствующему семантическому типу t . Правила отражают возможность замены выражения на влекомое им при положительной полярности и на влекущее его при отрицательной полярности. При условии (впрочем, уже выполненном нами), что в состав лексикона вводятся записи для кванторных слов *все, некоторые, ни один... не* и *не все*, правила (4) служат основой формализации традиционной силлогистики. Так, частным случаем применения правила (4B) являются модусы первой фигуры простого категорического силлогизма *Barbara* и *Celarent*, а частным случаем (4A) — модус третьей фигуры *Disamis*:

$$\frac{\text{Some } M^+ P \text{ All } M S}{\text{Some } S^+ P} \text{ 4A } \quad \text{Disamis} \quad (5)$$

Выражаясь более точно, правила (4) формализуют энтимемы данных модусов, поскольку меньшая посылка всякий раз «не имеет особого языкового выражения, а является подразумеваемой»¹⁷. Разумеется, в таком виде формализация неполна относительно модусов простого категорического силлогизма. Дополнению силлогистики призваны служить еще два правила, одно из которых соответствует операции чистого обращения, а другое — непосредственному умозаключению по подчинению¹⁸; так, модус третьей фигуры *Darapti* по сравнению с *Disamis* требует дополнительного применения подчинения и обращения:

$$\frac{\frac{\frac{\text{All } M S}{\text{Some } M S} \text{ Подч.}}{\text{Some } S M^+} \text{ Обращ.}}{\text{Some } S P^+} \text{ 4A } \quad \text{Darapti} \quad (6)$$

В дополненной системе выводимы заключения всех верных модусов традиционной силлогистики. Однако следует отметить важное различие между традиционной

¹⁷ Чупахин И. Я., Бродский И. Н. Формальная логика. Л., 1977. С. 111.

¹⁸ См.: Van Eijk J. Natural Logic for Natural Language. P. 10. — Анонимный рецензент отмечает необходимость соотнесения естественной логики с современной силлогистикой и натуральными исчислениями; не имея возможности остановиться на этом подробно, укажем лишь, что правило обращения в формализации силлогистики Ван Эйка формулируется как требование непустоты терминов, что соответствует *экзистенциальным* силлогистикам, а в логике первого порядка — аксиоме $\forall x \phi x \rightarrow \exists x \phi x$ или правилу вывода $\frac{\forall x \phi x}{\exists x \phi x}$. Об отношении силлогистики к логике первого порядка см.: Бочаров В. А., Маркин В. И. Силлогистические теории. М., 2010. С. 30–36.

силлогистикой и умозаключениями естественной логики, связанное не столько с модулями умозаключений, сколько с представлениями о структуре высказывания. Как известно, простое категорическое суждение «всегда состоит из трех частей: субъекта, предиката и связки между ними»¹⁹ (выделив еще кванторное слово, мы не изменили бы дела существенно), а предложение естественного языка «не имеет строгого ограничения в количестве составляющих его частей»²⁰. С этим связана и необходимая в учебных целях, но трудноформализуемая и далекая от естественности процедура «перевода» высказывания в форму, имеющую структуру категорического суждения. Потому, если мы стремимся моделировать естественноречевые рассуждения максимально точно, желательно иметь правила вывода, оперирующие высказываниями относительно свободной структуры; такими и являются правила (1.4). В самом деле, при достаточно богатом лексиконе замене по правилам вывода подлежат глубоко вложенные компоненты глагольных и именных групп и даже кванторные выражения: при положительной полярности *все* можно заменить на *большинство*, *по меньшей мере пять* — на *по меньшей мере три* и т. д.²¹

1.5. Общеметодологическое замечание. В заключение первого раздела нам представляется целесообразным предупредить одно важное возражение, ставящее под сомнение если не возможность, то, по меньшей мере, целесообразность моделирования естественноречевых рассуждений средствами естественной логики. Возражение это состоит примерно в следующем: поскольку словарный состав любого естественного языка чрезвычайно объемён и, вообще говоря, неограничен, представляющее собственно моделированию рассуждений моделирование лексикона — трудновыполнимая задача. Вдобавок результаты вывода будут всецело опираться на содержание посылки и лексическую информацию, заранее нами введенную в моделирующее устройство. Вторая часть возможного возражения является по существу с равным (и, по-видимому, небольшим) успехом применимой ко всякой дедуктивной системе; ясно, что исчисление монотонностей принадлежит к таковым, что подтверждается его сходством с традиционной силлогистикой. Что касается основного возражения, то в качестве контраргумента здесь следует апеллировать к тезису, хорошо знакомому лингвистам: если лексикон в первом приближении может считаться конечным, то множество возможных правильно построенных предложений данного естественного языка определено не является конечным, так что говорящие «способны порождать и понимать предложения, которые они никогда раньше не слышали и не читали»²². Такова природа синтаксических правил естественных языков. По этой причине даже конечный лексикон позволит осуществлять логический вывод применительно к потенциально бесконечному множеству высказываний, хотя дальнейшее расширение лексикона, безусловно, еще расширит данное множество.

¹⁹ Чупахин И. Я., Бродский И. Н. Формальная логика. С. 47.

²⁰ Там же.

²¹ См. набросок «обобщенной силлогистики»: Van Eijk J. Natural Logic for Natural Language. P. 11.

²² Тестелец Я. Г. Введение в общий синтаксис. М., 2001. С. 507.

2. ЛОГИКА ВЫСКАЗЫВАНИЙ И ИСЧИСЛЕНИЕ МОНОТОННОСТЕЙ

2.1. Предварительные соображения. В данном разделе мы опишем логику высказываний как вариант исчисления монотонностей. Изложим для начала два соображения, ведущие к такому решению. Во-первых, пункт (b) определения отношения влечения трактует о выражениях типа t , т. е. о высказываниях, могущих иметь истинностное значение. Несмотря на тот факт, что исчисление монотонностей разрабатывалось в первую очередь для выражений естественного языка, истинностная характеристика, разумеется, присуща и выражениям формальных языков, простейшим из которых является язык логики высказываний. Во-вторых, процесс умозаключения в естественной логике представляет собой подстановку одного выражения вместо другого, принадлежащего к той же категории. Сходный процесс имеет место в исчислении высказываний при замене по равносильности (*замене эквивалентных*), однако отличие от случая естественного языка здесь состоит в том, что все правильно подстроенные выражения в пропозициональном языке могут иметь истинностную характеристику, т. е. формула принципиально не отличается значением от подформулы. В естественном же языке «подформула» категории t — явление возможное, но не самое распространенное. Большинство же выражений, подлежащих замене в умозаключениях по монотонности, синтаксически недостаточно (относится к функциональным типам или типу индивидов) и истинностной характеристики не имеет. Таким образом, случай языка логики высказываний в этом отношении примитивнее.

2.2. Модифицированные правила вывода и вывод в исчислении высказываний. Аналогом лексикона для языка пропозициональной логики является обыкновенное перечисление элементов его алфавита, а элементами функциональных категорий, несущими в лексиконе маркеры полярности, должны быть логические связки — единицы категорий $\langle t, t \rangle$ (отрицание) и $\langle t, \langle t, t \rangle \rangle$ (бинарные связки). Так, отрицание получает тип $\langle t^-, t \rangle$, импликация — $\langle t^-, \langle t^+, t \rangle \rangle$, эквиваленция — $\langle t^{\equiv}, \langle t^{\equiv}, t \rangle \rangle$ (мы позволяем себе такое нововведение в нотации, поскольку «в одностороннем порядке», без замены и второго аргумента, нельзя заменить никакой из аргументов связки « \leftrightarrow », только если замена не будет эквивалентна заменяемому).

Переформулируем теперь правила (4) для случая логики высказываний, т. е. вместо «меньшей посылки», в роли которой там выступает информация из лексикона, будем рассматривать условное сложное суждение, согласно пункту (b) определения отношения влечения, — частный случай утверждения о последнем.

Новые правила вывода приводятся в (7).

$$\frac{A(\alpha)^+ \quad \alpha \rightarrow \beta}{A(\beta)^+} \quad A \quad \frac{A(\alpha)^- \quad \beta \rightarrow \alpha}{A(\beta)^-} \quad B. \quad (7)$$

Случаем применения правила (7A) оказывается, например, *modus ponens* (MP). Действительно, его категорическая посылка является своей несобственной подформулой и потому находится в сфере положительной полярности. Поэтому допустимо

заменять ее на следующее из нее (влекемое ею) высказывание, выступающее заключением условно-категорического силлогизма:

$$\frac{p^+}{p \sqsubseteq q} \quad q^+ \quad (8)$$

Что же касается чисто условного силлогизма, то он может рассматриваться в качестве случая применения как правила (7А), так и правила (7В): все зависит от того, какую из его посылок считать «большей»²³:

$$\frac{q^- \rightarrow r}{p \sqsubseteq q} \quad \text{или} \quad \frac{p \rightarrow q^+}{q \sqsubseteq r} \quad p^- \rightarrow r \quad p \rightarrow r^+ \quad (9)$$

3. Монотонность, интенциональные контексты и глаголы типа *любить*

Хорошо известно, что существуют *интенциональные контексты*, в которых невозможна «замена равного равным». К условиям, создающим подобную «референциальную непрозрачность», относятся позиция аргумента эпистемического предиката (*знать, полагать, думать, говорить* и т. д.)²⁴. Во избежание некорректных выводов, подобных (10), могут быть применены средства интенциональных логик; мы же укажем простой, если не сказать примитивный, способ избежать таких выводов средствами исчисления монотонностей. Пример:

$$\frac{\begin{array}{l} \text{Иван знает, что Кант жил в Кенигсберге;} \\ \text{Кант} \equiv (\text{единственный}) \text{ автор трех «Критик»} \end{array}}{\text{Иван знает, что (единственный) автор трех «Критик» жил в Кенигсберге.}} \quad (10)$$

Этот способ состоит в том, чтобы в модели лексикона, где специфицируется тип того или иного интенционального глагола, соответствующий аргумент глагола — в случае *знать* и подобных ему глаголов это придаточное предложение — получил маркер блокирования полярности «#». Тогда, согласно пункту (с) алгоритма маркирования полярностей, описанного в 1.3, все придаточное предложение окажется в сфере заблокированной полярности, что означает, что в нем запрещается «замена равного равным» на любой глубине вложения составляющих. Таким образом, первая посылка из (10) приобретает при частичной разметке вид:

$$\text{знает(Иван)}^+(\text{что Кант жил в Кенигсберге})^\# \quad (11)$$

и тем самым демонстрирует, что ни одно из правил вывода (4) не может быть применено ко второму аргументу глагола *знать*. Поэтому неверный вывод, приписывающий субъекту знание, которым он, возможно, и не обладает (знание о том, что Кант и есть автор трех «Критик»), не может быть получен. Описанный способ, однако, как нам

²³ Читатель, вероятно, помнит из п. 2.1, что импликация монотонна вниз в отношении своего антецедента и монотонна вверх относительно консеквента.

²⁴ Герасимова И. А. Формальная грамматика и интенциональная логика. М., 2000. С. 59.

представляется, не подходит для глаголов типа *любить* (к которым относятся также *предпочитать*, *ненавидеть* и др.): в позиции дополнения здесь возможна «замена равного равным» (ср. *Иван любит сочинения Канта* и *Иван любит сочинения (единственного) автора трех «Критик»*), однако затруднена замена как на влекущее, так и на влекомое: если известно, что *Иван любит сочинения Канта*, это еще не означает, что *Иван любит этические сочинения Канта*, и, разумеется, не означает, что *Иван любит памятники немецкой философии*²⁵. Вспомним теперь, что в 2.2 нам пришлось ввести обозначение $\langle \alpha^{\equiv}, \beta \rangle$ для случая, когда аргумент функционального выражения может быть заменен лишь на эквивалентный ему, но не просто влекомый им или влекущий его (хотя эквивалентность является частным случаем каждого из этих двух отношений). Если применить подобную характеристику к глаголу *любить*, то информация в лексиконе относительно его типа примет вид:

$$\text{любить принадлежит к типу } \langle e^+, \langle e^{\equiv}, t \rangle \rangle \quad (11)$$

В алгоритм маркирования полярностей в таком случае необходимо добавить пункт, согласно которому $\langle + \equiv \rangle = \langle \equiv \rangle$, $\langle - \equiv \rangle = \langle \equiv \rangle$, $\langle \equiv + \rangle = \langle \equiv \rangle$, $\langle \equiv - \rangle = \langle \equiv \rangle$. По-видимому, такой подход позволяет избежать необоснованных умозаключений по монотонности (хотя не исключено, что в таком случае будет отброшена и часть верных заключений — ср. проблему, намеченную в примеч. 26).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей статье нами был дан очерк исчисления монотонностей как «модуля» в составе программы естественной логики по моделированию естественных языковых рассуждений. Далее мы предприняли попытку распространить представление о монотонности функциональных выражений на язык логики высказываний как простейший случай формального языка, применяемого в символической логике. Был также предложен предварительный способ формулирования информации о монотонных свойствах интенциональных глаголов, позволяющий избежать некорректных выводов, и аналогичное, хотя и отличное от предыдущего, решение для некоторых других глаголов, в частности *любить*. В ходе работы оказалось полезным (2.2 и 2.3) ввести помимо положительной («+»), отрицательной («-») полярности и блокирования полярности («#») обозначение « \equiv » для полярности, позволяющей только замену на равнообъемное понятие или (в случае выражений типа *t*) на эквивалентное высказывание. Вообще говоря, наша попытка не ограничиваться лишь монотонностью вверх и вниз не первая²⁶, однако нам неизвестны случаи такого рода разграничения в исчислении монотонностей. К числу перспективных проблем следует, по-видимому, отнести «монотонностную» интерпретацию языка логики первого порядка, а также дальнейшую разработку проблем, связанных с интерпретацией «непрозрачных» контекстов в естественных языках (в том числе идиоматических сочетаний) как в связи с монотонностью, так и в рамках программы естественной логики в широком смысле.

²⁵ Ситуация здесь осложняется допустимостью в естественных языковых выражениях неквантифицированных аргументов: нет оснований отрицать, что *Иван любит сочинения Канта* влечет *Иван любит некоторые (но не все) памятники немецкой философии*. Так же и из *Иван любит все (но не некоторые) сочинения Канта* следует *Иван любит этические сочинения Канта*.

²⁶ Ср. понятие *entailment classification* в: MacCartney B., Manning Ch. D. Natural Logic for Textual Inference. P. 4.