

Оглавление

Введение. Интенциональная логика и семантики естественных языков	7
Глава 1. Грамматика двух простых фрагментов русского языка	10
I. Язык L_{OR} как простой фрагмент русского	10
1. Синтаксис L_{OR}	10
2. Семантика L_{OR}	15
3. Характеристические функции и альтернативные формулировки семантики L_{OR}	22
4. Понятие истины относительно модели	26
II. Язык L_{PR} – фрагмент русского с кванторными выражениями	27
1. Проблема квантификации в русском языке	28
2. Синтаксис L_{PR}	33
3. Семантика L_{PR}	37
Глава 2. Логика высших порядков и интенциональные контексты	43
I. Теоретико-типовые языки	43
1. Понятие типа выражения формализованного языка	43
2. Синтаксис L_{TYPE}	45
3. Семантика L_{TYPE}	46
4. Оператор абстракции лямбда (λ)	47
5. Войшвилло Е.К.: исчисление предикатов, приближенное к естественному языку	54
II. Семантики возможных миров и интенциональные логики	57
1. Интенциональные контексты	57
2. Понятие интенционала у Монтегю	60
III. Интенциональные логики в PTQ	62
1. Синтаксис IL	62
2. Семантика IL	63
IV. Особенности грамматики в PTQ	68
1. Операция перевода	68
2. Синтаксические категории	69
3. Перевод категорий в логические типы	71
Глава 3. Модально-эпистемические контексты и интенциональная логика	79
I. Обсуждение проблемы интенциональности	80

1. Интерпретация глагола "believe" ("полагать") в РТQ	80
2. Дилемма экстенциональности-интенциональности	83
3. Эпистемические ситуации	86
II. Принципы семантики возможных миров	93
1. Структурный подход к конструированию возможных миров	93
2. Фразовая интерпретация эпистемических модальностей	96
3. Речевые ситуации с оборотом "необходимо"	98
III. Грамматика модально-эпистемического фрагмента русского языка	102
1. Множество основных выражений	102
2. Синтаксические правила	104
3. Примеры применения синтаксических правил	106
IV. Интенциональная логика $IL_{ME-TYPE}$	110
1. Синтаксис $IL_{ME-TYPE}$	110
2. Семантика $IL_{ME-TYPE}$ 112	
3. Перевод фрагмента русского языка L_{RME} в интенциональную логику $IL_{ME-TYPE}$	114
4. Примеры переводов	117
Глава 4. Семантика музыкальной нотации	118
I. Грамматика музыкальной нотации	118
1. Категории музыкальной нотации NL	118
2. Синтаксические правила NL	120
II. Интенциональная логика	128
1. Синтаксические построения	128
2. Семантика IL^{\oplus}	129
III. Перевод языка NL в IL^{\oplus}	134
1. Специальные средства IL^{\oplus}	134
2. Перевод	135
3. Примечания к переводу	138
Заключение. Логика и лингвистика: пути сближения	147
Литература	150

Введение

Интенциональная логика и семантики естественных языков

Привлечение формального аппарата современной логики к описанию и анализу естественных языков к настоящему времени конституировалось в мощное направление в информатике – логический анализ естественного языка. В рамках этого направления ведутся разработки математических моделей грамматик и семантик языков "повседневного" общения. Со стороны логики на становление исследований семантик естественных языков оказали влияние, по крайней мере, три концепции – идеи А.Тарского об уточнении понятия истины в формализованных языках, семантики возможных миров и интенциональные логики.

Семантики возможных миров – метод анализа, сочетающий в себе содержательные и формальные аспекты. Формализм семантик возможных миров, как правило, несет на себе смысловую нагрузку – каждая конкретная модель предназначается для анализа определенного типа контекстов с философскими и познавательными терминами. Точные методы семантик возможных миров были созданы к середине 50-х годов, благодаря независимым работам С.Кангера, Р.Монтегю, Б.Джонсона, А.Тарского, Я.Хинтикки, К.Мередита, И.Томаса, А.Прайора. Выдающуюся роль в становлении метода сыграли работы С.Крипке [1959] по реляционным семантикам, в которых устанавливается связь между свойствами отношения достижимости (relation of accessibility) между мирами и характеристиками модальных понятий, выраженными в аксиомах.

Иногда термин "интенциональная логика" используется как синоним модальных логик, например, [*Van Benthem, Veltman* 1990]. В узком смысле данный термин употребляется для логических языков, предполагающих построение формального синтаксиса и семантики, уточняющих понятие смысла языкового выражения в специальной терминологии. Традиция различать смысл (англ. sense, meaning, нем. Sinn) и значение (англ. reference, denotation, нем. Bedeutung) выражения языка восходит к работам Г.Фреге [1892]. Первая попытка формально уточнить понятие смысла была сделана Р.Карнапом [1947]. Им была построена се-

мантическая модель интенционального языка, в котором смысл выражения, в терминологии Карнапа – *интенционал* выражения, интерпретируется как *функция*, заданная на множестве описаний состояний (возможных мирах) и выделяющая для каждого отдельного описания состояния значение выражения, или *экстенционал* в терминологии Карнапа, в данном описании состояния. Первая аксиоматическая система, язык которой явно содержит указание на интенционал и экстенционал, была разработана А. Черчем [1951]. Д. Каплан [1964] предложил для нее семантику в духе Карнапа.

Фундаментальное развитие интенциональная логика получила в трудах Ричарда Монтегю (60-е годы) – американского математика и логика, сложившегося в школе Тарского. Монтегю соединил принципы интенциональной логики с идеями простой теории типов, лямбда-абстракцией, теорией категорий К. Айдукевича. В итоге им были разработаны мощные интенциональные теоретико-типовые языки, обладающие способностью воспроизводить структуры обширных фрагментов естественного языка. Часто в литературе направление, начало которого положил Монтегю, называют *категориальными* (или *типовыми*) *грамматиками*.

Детальный анализ программы Монтегю дан в солидной монографии Доути [Dowty 1979] на английском языке, на французском языке Гочетом [Gichet 1982], на русском языке с подходом Монтегю можно ознакомиться по недавно вышедшей книге "Логический подход к искусственному интеллекту. От модальной логики к логике баз данных". М. Мир. 1998.

К настоящему времени метод Монтегю претерпел существенные изменения. На основе учета последних достижений символической логики были изобретены точные инструменты анализа многочисленных фрагментов различных языков. Отметим лишь некоторые направления в данной области. Широкое признание приобрели работы соратника Монтегю Парти и ее школы по грамматикам английского языка [Partee 1978, 1979]. Отечественный читатель может ознакомиться с исследованиями семантик Монтегю, проводимых венгерскими учеными школы Руже по книге "Модальные и интенциональные логики и их применение к проблемам методологии науки". М. 1984., а также исследованиями японских ученых школы Ишимото по трудам, опубликованным в периодическом издании "Логические исследования". Вып.2. [Ишимото 1993].

Цель настоящей работы – использовать методы неклассических логик в сочетании с принципами подхода Монтегю для анализа модальных, временных, эпистемических контекстов русского языка, а также языка музыкальной нотации. Данная цель реализуется следующим образом:

– Дается подробное поэтапное описание метода. Изложение начинается с введения в языки первопорядковой логикой (первая глава) и заканчивается построением языков второпорядковой логикой (вторая глава). В первой главе строится грамматика русского языка с кванторными выражениями. Обсуждаются проблемы квантификации в русском языке.

– Во второй главе анализируются исходные принципы метода Монтегю, обсуждается проблема интенциональных контекстов и идеи семантик возможных миров; постепенно вводятся новые элементы техники и обсуждаются возможности данного типа семантик в анализе естественного языка.

– В третьей главе рассматриваются ограничения метода Монтегю в анализе эпистемических контекстов. Исходя из современного понимания проблемы интенциональных контекстов, критически осмысливается дилемма интенциональности-экстенциональности; определяется понятие "составного субъекта", формулируются новые принципы представления знания в эпистемической логике, анализируются возможности семантического анализа речевых фраз с оборотом "необходимо".

– Дается семантика полимодального фрагмента русского языка. Данная задача решается поэтапно: (1) сначала строится категориальный фрагмент русского языка L_{RME} , затем (2) строится полимодальный интенциональный язык $IL_{ME-TYPE}$, содержащий модальные, временные, эпистемические модальности (3) конструируется семантика возможных миров для этого языка и (4) определяется операция перевода выражений языка L_{RML} в выражения языка $IL_{ME-TYPE}$. Анализируются конкретные примеры контекстов русского языка.

– В четвертой главе обсуждаются возможности построения семантик музыкальной нотации. Строится грамматика музыкальной нотации, специальный двухуровневый интенциональный язык и определяется операция перевода. Уточняется семантическое понимание музыкального события.

Автор выражает признательность и благодарность своим коллегам, оказавшим помощь и поддержку в написании этой работы – докторам философских наук, профессору Е.Д.Смирновой, А.М.Анисову, А.С.Карпенко.

Глава 1

Грамматика двух простых фрагментов русского языка

Вопрос о прямом построении семантики для формальных грамматик, то есть без языков посредников, решается положительно относительно очень простых фрагментов естественного языка. Примером могут служить синтаксические построения, содержащие только собственные имена, общие имена, глаголы, допускающие теоретико-множественную трактовку в качестве предикатов первого порядка, а также кванторные выражения в простейших контекстах. В этой главе мы рассмотрим два простых фрагмента русского языка, анализ которых можно осуществить, используя такие языки логики предикатов, как логика предикатов без кванторов и логика предикатов с кванторами. Грамматика фрагментов естественного языка строится посредством точных процедур построения синтаксиса и семантики. В этих целях будем придерживаться определенных стратегий, принятых в современной логике. Формулировка синтаксиса включает рекурсивное определение правильно построенного языка. Оно дается поэтапно. Сначала задаются основные категории рассматриваемого языка, а затем показывается, как из правильно построенных выражений одних категорий можно перейти к правильно построенным выражениям других категорий. Семантика строится по аналогии с принципами семантики логики предикатов.

I. Язык L_{OR} как простой фрагмент русского

1. Синтаксис L_{OR}

Рассмотрим следующие категории языка (фрагмента русского), который обозначим через L_{OR} :

- N - имена собственные (names)
- V_i - непереходные глаголы (intransitive verbs)
- V_t - переходные глаголы (transitive verbs)
- S - предложения (sentences)
- VP - глагольные фразы (verb phrases)

Знаки N , V_i , V_t , S , VP , по мысли Монтегю, не есть множества выражений, а суть этикетки или индексы, указывающие на такие множества. Мы будем говорить о выражениях, принадлежащих той или иной категории (множеству выражений, обозначенному через данный индекс). Например, фразу " α есть V_A ", следует понимать как "выражение α принадлежит множеству основных выражений категории V_A ", " α есть N " следует понимать как "выражение α принадлежит множеству выражений категории N " ("собственных имен"). В список категорий вошли лексические категории N , V_i и V_t и нелексические – S и VP .

С помощью лексических категорий образуются *множества основных выражений языка*. Через символ V_A будем обозначать *множество основных выражений категории A*. Будем говорить, что α есть V_A в том случае, когда α принадлежит множеству V . Множества основных выражений языка S и VP пусты ($V_S = \emptyset$, $V_{VP} = \emptyset$). Данные категории используются только для образования выражений, производных от основных выражений языка. Понятие V_A , множества основных выражений категории A , характеризуется следующим образом для языка L_{OR} :

$$(1-1) \quad \begin{aligned} V_N &= \{ \text{Мальволио, Оливия, Цесарио} \} \\ V_{V_i} &= \{ \text{танцует, поет, спит} \} \\ V_{V_t} &= \{ \text{любит} \} \end{aligned}$$

От множества V_A основных выражений языка переходим к множеству выражений произвольной категории A . Понятие *множества выражений категории A* раскрывается через следующие синтаксические правила, где α и β есть переменные метаязыка:

(1-2) *Синтаксические правила* L_{OR}

S1. Если α есть V_A , то α есть A .

S2. Если α есть V_i , то α есть VP .

S3. Если α есть V_t и β есть N , то $\alpha\beta'$ есть VP .

где β' есть результат замены имени существительного в именительном падеже на имя существительное в родительном падеже.

S4. Если α есть N и β есть VP , то $\alpha\beta$ есть S .

S5. Если α есть S , то *неверно-что* α есть S .

S6. Если α есть S и β есть S , то α и β есть S

S7. Если α есть S и β есть S , то α или β есть S .

Следующие фразы русского языка являются примерами правильно построенных выражений сформулированного языка L_{OR} :

- (1-3) 1. *Мальволио спит.*
 2. *Цесарио поет.*
 3. *Неверно-что Мальволио танцует.*
 4. *Оливия танцует или Цесарио поет и Мальволио спит.*
 5. *Неверно-что неверно-что Цесарио танцует.*
 6. *Мальволио любит Оливию.*

Разберем подробней синтаксические правила языка L_{OR} . Правило S1 позволяет рассматривать множество основных выражений данной категории A как подмножество множества всех выражений категории A. В соответствии с правилом S2, все переходные глаголы – выражения категории Vi, считаются глагольными фразами, или выражениями категории VP. К категории VP также принадлежат выражения, полученные по правилу S3 из сочленения переходных глаголов и имен собственных существительных, при этом возникает необходимость поменять окончание имени существительного, которое в множестве B_N дано в именительном падеже. Объединив переходные и переходные глаголы в единую группу – категорию глагольных фраз, можно с помощью имен и глагольных фраз образовывать элементарные предложения, в соответствии с S4.

Правила S6-S7 позволяют из одних предложений получить другие предложения, соединяя их союзами *и*, *или* и фразой-отрицанием *неверно-что*. Выражение *неверно-что* в данном случае рассматривается как единое и не разбивается на анализируемые части. Соединительные союзы и отрицание употребляются здесь *синкатегорематически*: они не принадлежат основным выражениям языка и не имеют собственную особую категорию, а выполняют роль технических символов (функций), с помощью которых из одних выражений получают другие.

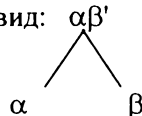
Синтаксические правила (1-2) можно переформулировать в виде *аналитических деревьев*, которые наглядно воспроизводят алгоритм порождения одних выражений из других. В этих целях вводятся специальные порождающие функции F1-F6. В данном варианте мы следуем стратегии Монтегю. Сформулирует правила аналитических деревьев таким образом, чтобы они прямо соотносились с соответствующими синтаксическими правилами. Каждому S_i соответствует A_i , где $1 \leq i \leq 7$. α, β и Γ есть метаварьирующие.

(1-4) A1. Мальволио, Оливия, Цесарио есть N; танцует, поет, спит есть Vi; любит есть Vt. Указанные выражения заполняют нижние уровни аналитического дерева.

A2. Если α есть Vt, то $F1(\alpha)$ есть VP и $F1(\alpha)$ имеет вид:

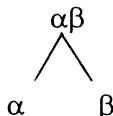


A3. Если α есть Vt и β есть N, то $F2(\alpha)$ есть VP и $F2(\alpha)$ имеет вид: $\alpha\beta'$



где β' есть результат замены имени существительного в именительном падеже на имя существительное в родительном падеже.

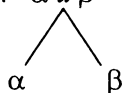
A4. Если α есть N и β есть VP, то $F3(\alpha, \beta)$ есть S и $F3(\alpha, \beta)$ имеет вид:



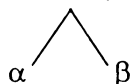
A5. Если α есть S, то $F4(\alpha)$ есть S и $F4(\alpha)$ имеет вид: *неверно-что* α



A6. Если α есть S и β есть S, то $A5(\alpha, \beta)$ есть S и $F5(\alpha, \beta)$ имеет вид: α и β

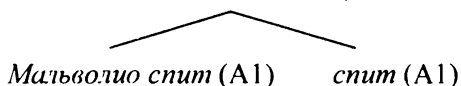


A7. Если α есть S и β есть S, то $F6(\alpha, \beta)$ есть S и $F6(\alpha, \beta)$ имеет вид: α или β



Построим аналитические деревья для примеров из (1-3). Предложению *Мальволио спит* соответствует следующее аналитическое дерево:

(1-5) *Мальволио спит* (A4)



В дальнейшем мы будем по соглашению опускать ссылку на пункт А1, имея в виду, что все самые нижние уровни нитей и узлов

содержат основные выражения языка, определяемые А1.

Предложение *Неверно-что Мальволио танцует* имеет следующее прочтение:

(1-6) *Неверно-что Мальволио танцует* (A5)

Мальволио танцует (A4)

Мальволио танцует

Оливия танцует или *Цесарио поет* и *Мальволио спит* может иметь два прочтения:

(1-7)

Оливия танцует или *Цесарио поет* и *Мальволио спит* (A6)

Оливия танцует или *Цесарио поет* (A7) *Мальволио спит* (A4)

Оливия танцует (A4) *Цесарио поет* (A4) *Мальволио спит*

Оливия танцует *Цесарио поет*

(1-8)

Оливия танцует или *Цесарио поет* и *Мальволио спит* (A7)

Оливия танцует (A4) *Цесарио поет* и *Мальволио спит* (A6)

Оливия танцует *Цесарио поет* (A4) *Мальволио спит* (A4)

Цесарио поет *Мальволио спит*

Поскольку имеются предложения, допускающие более одного прочтения, синтаксис языка L_{OR} в этом аспекте является *многозначным*. Разным прочтениям соответствуют разные аналитические порождающие процедуры.

Предложению *Мальволио любит Оливию* соответствует следующий анализ: