

Т.В. Батура, Ф.А. Мурзин

ЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СМЫСЛА ТЕКСТА НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ*

ВВЕДЕНИЕ

В рамках реализуемого проекта предполагается разработать методы, которые позволят проводить разносторонний анализ текстов и отдельных предложений на естественном языке. Предполагается использовать такие методы, как представление смысла текста в рамках подхода И.А. Мельчука и предложенные им лексические функции [1], методы из работ Апресяна [2], теоретико-множественные модели Маркуса [3]. Предполагается также адаптировать для целей изучения текстов на естественном языке некоторые методы и конструкции математической логики: конструкцию Генцена, применяемую в теореме о существовании модели и в теоремах об опускании типов [4], конечный форсинг и т.д.

Целью данной работы является разработка разнообразных алгоритмов сопоставления предикатов и формул узкого исчисления предикатов текстам на естественном языке. Также осуществляется попытка сопоставления конечных моделей предложениям текста и тексту целиком.

Полученные результаты в дальнейшем могут быть подвергнуты изучению и различным преобразованиям средствами математической логики, что даст возможность осуществить переход с синтаксического на семантический уровень и в некоторой степени «научить» машину понимать смысл текста на естественном языке.

Результаты работы могут быть применены в автоматизированных системах акцепции информации из текстов на естественном языке, интеллектуальных системах поиска информации в сети, при построении систем автоматического резюмирования, электронных переводчиков и словарей.

Данная работа может оказаться полезной при создании поисковых систем: в случаях, когда по запросу из документа нужно извлечь необходимую информацию или по заданному запросу из большого количества документов извлекать релевантные, т.е. соответствующие данному запросу, документы. На основе этой работы возможно создание системы, способной реконструировать содержание и выделять имеющиеся в тексте знания, кото-

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 01-01-794) и Министерства образования РФ.

рые могут быть представлены пользователю в виде компактных отчетов (схем, рефератов) или направлены в базу знаний.

Работа может быть полезной в построении теории смысла текстов, что является предметом исследований, прежде всего в лингвистике, а также в области математической логики.

1. МЕТОДЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СМЫСЛА ТЕКСТА НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

Лексические функции, предложенные Мельчуком [1], можно представить на синтаксическом уровне в виде предикатов следующим образом. Если рассмотреть совокупность словоформ в языке, возникающих при склонениях существительных, спряжениях глаголов и т.д. (т.е. словарь), и считать, что x и y — слова или словосочетания из этой совокупности, то получаем предикаты типа:

$Syn(x, y)$, x, y — синонимы;

$S_i(x, y)$, $i = 1, \dots, 4$, y — типовое название i -го актанта для x ;

$Destr(x, y)$, y — типовое название «агрессивного» действия (x = «оса», y = «жалит»);

$Doc(x, y)$, y — «документ»: $Doc_{res}(x, y)$, y — «документ», являющийся результатом («воплощающий в себе»; x = «отчитываться», y = «отчет»), $Doc_{perm}(x, y)$,

y — «документ на право...» (x = «поезд», y = «(проездной) билет»), $Doc_{cert}(x, y)$,

y — «документ, удостоверяющий...» (x = «высшее образование», y = «диплом»). Для последних можем записать формулу:

$\forall x \forall y (Doc(x, y) \leftrightarrow Doc_{res}(x, y) \vee Doc_{perm}(x, y) \vee Doc_{cert}(x, y))$ и т.д.

В дальнейшем планируется рассматривать различные модели соответствующих сигнатур, в которых будут истинны данные предикаты.

Теоретико-множественные модели языков Маркуса [3] строятся следующим образом. Рассматривается некоторое разбиение словаря (он считается конечным множеством) естественного языка на классы. С помощью такого разбиения можно дать формальное определение грамматического рода или категории падежа. Маркус также вводит понятие синтаксических типов, которые приблизительно соответствуют традиционным частям речи.

Осуществляя операции над синтаксическими типами, можно определить грамматическую правильность предложения на естественном языке.

2. ГРАММАТИЧЕСКИЕ ПРЕДИКАТЫ

В данном разделе вводятся различные грамматические предикаты и описываются их свойства посредством логических формул. По сути дела, излагаемый материал является формализацией различных лингвистических знаний из работ [5, 6, 7].

1. $N(x, y_1, \dots, y_n)$, x — существительное, y_i — признаки, по которым существительные разделяем на группы. Будем считать, что запись $N(x, y_1, \dots, 0_i, \dots, y_n)$ обозначает отсутствие i -го признака. Если признаки y_1, \dots, y_n взаимоисключающие, т.е. данное слово не может иметь сразу несколько или все признаки, то будем это обозначать $N(x, y)$, где $y = y_i$, если x имеет признак y_i . Например, существительное не может быть одновременно и в единственном, и во множественном числе. Но существительное может одновременно стоять в разных падежах (*метро*), иметь мужской и женский род (*пласка*), являться одушевлённым и неодушевлённым (*пень*). Из вышесказанного напрямую следует, что y, y_1, \dots, y_n — константы, заранее заданные и в каждом случае специально оговоренные.

В связи с этим операция «исключающего или» определяется по-разному. Для предикатов типа $P(x, y_1, \dots, y_n)$ она определяется как конъюнкция дизъюнкций (например, см. самую первую формулу), а для предикатов типа $P(x, y)$ эта операция совпадает с обычной «или» (например, см. формулу из раздела **существительные** п. 5).

Для остальных частей речи эти обозначения аналогичны.

2. $Adj(x, y_1, \dots, y_n)$, x — прилагательное, y_i — признаки, по которым прилагательные разделяем на группы.

3. $Num(x, y_1, \dots, y_n)$, x — числительное, y_i — признаки, по которым числительные разделяем на группы.

4. $ProN(x, y_1, \dots, y_n)$, x — местоимение, y_i — признаки, по которым местоимения разделяем на группы.

5. $V(x, y_1, \dots, y_n)$, x — глагол, y_i — признаки, по которым глаголы разделяем на группы.

6. $PartP(x, y_1, \dots, y_n)$, x — причастие, y_i — признаки, по которым причастия разделяем на группы.

7. $VA(x, y_1, \dots, y_n)$, x — деепричастие, y_i — признаки, по которым деепричастия разделяем на группы.

8. $Adv(x, y_1, \dots, y_n)$, x — наречие, y_i — признаки, по которым наречия разделяем на группы.

9. $Prep(x, y_1, \dots, y_n)$, x — предлог, y_i — признаки, по которым предлоги разделяем на группы.

10. $Con(x, y_1, \dots, y_n)$, x — союз, y_i — признаки, по которым союзы разделяем на группы.

11. $PartL(x, y_1, \dots, y_n)$, x — частица, y_i — признаки, по которым частицы разделяем на группы.

Нижний индекс соответствует порядковому номеру выделенного признака, верхний — номеру свойства, конкретизирующего этот признак.

Введём ещё один предикат $Plur(x)$. Он истинен, если x — существительное, употребляющееся исключительно во множественном числе (*Альпы, Мытищи, консервы, ворота, ножницы* и др.).

2.1. Имя существительное

1. $N_1(x, y)$, где $y =$ «нар», если x — нарицательное существительное и $y =$ «собств», если x — собственное существительное.

Нарицательные имена существительные представляют собой обобщённые названия однородных предметов:

а) $N_1^1(x)$ — лица (*мать, слесарь, девушка* и др.);

б) $N_1^2(x)$ — животные и птицы (*лошадь, жираф, соловей* и др.);

в) $N_1^3(x)$ — явления природы (*заморозки, град, гром* и др.);

г) $N_1^4(x)$ — явления общественной жизни (*демонстрация, выборы, революция* и др.);

д) $N_1^5(x)$ — отвлечённые понятия (*восприятие, глубина, демократия* и др.);

е) $N_1^6(x)$ — предметы (*газета, пылесос, часы* и др.);

ж) $N_1^7(x)$ — действия (*бег, чистка, состязание* и др.).

$$(\forall x) \left(N_1(x, нар) \leftrightarrow \bigg\&_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^7 \left(\neg(N_1^i(x) \rightarrow N_1^j(x)) \vee \neg(N_1^j(x) \rightarrow N_1^i(x)) \right) \right).$$

Нарицательное существительное — существительное, принадлежащее одной из групп а)—ж).

Эквивалентная запись этой формулы:

$$(\forall x) \left(N_1(x, нар) \leftrightarrow \bigotimes_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^7 \left((N_1^i(x) \& \neg N_1^j(x)) \vee (N_1^j(x) \& \neg N_1^i(x)) \right) \right)$$

Собственные имена существительные являются названиями отдельных лиц, животных и единичных в своём роде предметов (пишутся с заглавной буквы):

- а) $N_1^8(x)$ — имена, отчества и фамилии людей;
- б) $N_1^9(x)$ — клички животных;
- в) $N_1^{10}(x)$ — общественно-политические и исторические наименования, названия газет, журналов и литературных произведений;
- г) $N_1^{11}(x)$ — географические наименования;
- д) $N_1^{12}(x)$ — названия разновидностей сортов и марок (*конфеты «Птичье молоко»* и др.).

$$(\forall x) \left(N_1(x, собств) \leftrightarrow \bigotimes_{\substack{i=8 \\ i \neq j}}^{12} \left(\neg(N_1^i(x) \rightarrow N_1^j(x)) \vee \neg(N_1^j(x) \rightarrow N_1^i(x)) \right) \right) — \text{соб-}$$

ственное существительное — существительное, относящееся к одной из групп а)—д).

Эквивалентная запись этой формулы:

$$(\forall x) \left(N_1(x, собств) \leftrightarrow \bigotimes_{\substack{i=8 \\ i \neq j}}^{12} \left((N_1^i(x) \& \neg N_1^j(x)) \vee (N_1^j(x) \& \neg N_1^i(x)) \right) \right)$$

2. $N_2(x, y_1, y_2)$, y_1 — одушевлённое, y_2 — неодушевлённое. Заметим, что данные сведения есть в морфологическом словаре Dialing.

$(\forall x) (N_2(x, y_1, 0) \rightarrow \neg N_2(x, 0, y_2))$ — формула исключения.

В обратную сторону импликации нет, т.к. неодушевлённые существительные могут переходить в одушевлённые, употребляясь в переносном смысле (*Попробуй убедить этого **пня***). Поэтому для таких существительных истинен предикат $N_2(x, y_1, y_2)$.

3. $N_3(x)$ — собирательные (collective noun) — слова, обозначающие совокупность живых существ или предметов в виде неделимого целого. Бы-

вают двух видов: собирательное значение выражено только основой (*знать, посуда* и др.) и не только основой, но и суффиксами **-ество** (*человечество* и др.), **-је** (*тряпьё* и др.), **-ат** (*старостат* и др.), **-ня** (*родня* и др.), **-ура** (*агентура* и др.), **-иця** (*гвардия* и др.), **-ота** (*пехота* и др.), **-итет** (*генералитет* и др.), **-ара** (*мошкара* и др.).

Любое собирательное существительное должно иметь соотносительное существительное, обозначающее единичный предмет (*пехота — пехотинец*). Поэтому сюда не относятся слова типа *лес, толпа, народ, куча* и т.д.

4. $N_4(x)$ — вещественные — группа нарицательных существительных, слова которой употребляются для обозначения однородных по составу веществ, которые можно делить на части, обладающие свойствами целого, подвергать измерению, но не считать. Это названия пищевых продуктов, химических элементов и их соединений, сельскохозяйственных культур, полезных ископаемых, различных материалов (*мука, молоко, хлеб, консервы, натрий, спирт, пшеница, виноград, кожа, кирпич* и др.).

$(\forall x)(N_4(x) \rightarrow N_1(x, нар))$ — вещественные существительные являются нарицательными;

$(\forall x)(N_4(x) \rightarrow N_2(x, 0, y_2))$ — вещественные существительные являются неодушевлёнными.

5. $N_5(x, y)$, $y =$ «отвл», если существительное отвлечённое, $y =$ «конкр», если существительное конкретное.

Отвлечённые существительные образуют группу слов, которые обозначают различные абстрактные понятия (*упругость, белизна, хромота, синева, сострадание, именины, социология* и др.). Конкретные существительные обозначают отдельные предметы, живые существа и отдельные явления окружающей действительности (*костюм, термометр, живописец, вечер, наводнение, революция* и др.).

$(\forall x)(N_1(x, собст) \rightarrow \neg(N_5(x, отвл) \vee N_5(x, конкр)))$ или

$(\forall x)((N_5(x, отвл) \vee N_5(x, конкр)) \rightarrow N_1(x, нар))$ — формулы, обозначающие, что отвлечённое или конкретное существительное является нарицательным. Можно переписать через конъюнкцию.

6. $N_6(x, y)$ — категория числа: $y =$ «ед», если x — существительное в единственном числе, $y =$ «мн», если x — существительное во множествен-

ном числе. Число существительных можно определить в морфологическом словаре Dialing.

7. $N_7(x, y_1, y_2, y_3)$ — показатель рода существительных: y_1 — мужской, y_2 — женский, y_3 — средний. Есть в морфологическом словаре Dialing.

Существительные общего рода — слова, с помощью которых в языке называются лица, отличающиеся друг от друга только полом (мужской и женский отличаются по контексту). Такие существительные изменяют свой род в зависимости от пола лица, с которым согласуется существительное (несклоняемые фамилии, *Сашиа, забияка, плакса*; *врач* имеет значение м.р.). По умолчанию ставим и мужской род, и женский, т.е. для них истинен предикат $N_7(x, y_1, y_2, 0)$.

$(\forall x)((N_6(x, ed) \vee N_6(x, mn)) \leftrightarrow (\neg((N_7(x, y_1, 0, 0) \vee N_7(x, 0, y_2, 0)) \rightarrow N_7(x, 0, 0, y_3)) \vee \neg(N_7(x, 0, 0, y_3) \rightarrow (N_7(x, y_1, 0, 0) \vee N_7(x, 0, y_2, 0))))))$ — существительные в единственном или во множественном числе могут быть одного из родов: мужского, женского или среднего рода; или мужского и женского одновременно — других возможностей нет.

$(\forall x)(Plur(x) \leftrightarrow (\neg N_7(x, y_1, 0, 0) \& \neg N_7(x, 0, y_2, 0) \& \neg N_7(x, 0, 0, y_3)))$ — существительные, употребляющиеся исключительно во множественном числе, рода не имеют.

$(\forall x)(Plur(x) \rightarrow \neg(N_6(x, ed)))$ — существительное, употребляющееся исключительно во множественном числе, естественно, не имеет единственного числа.

8. $N_8(x, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6)$ — категория падежа: y_1 — именительный, y_2 — родительный, y_3 — дательный, y_4 — винительный, y_5 — творительный, y_6 — предложный. Есть в морфологическом словаре Dialing.

Словообразование имён существительных ([5]).

9. $N_9(x)$ — существительные, образованные префиксальным способом:

а) $N_9^1(x)$ — производные с общим значением интенсивности, высокой степени того, что названо производящей основой;

б) $N_9^2(x)$ — производные с общим значением противоположности, отрицания;

в) $N_9^3(x)$ — производные с общим значением неистинности, ложности;

г) $N_9^4(x)$ — производные со значением совместности;

д) $N_9^5(x)$ — производные со значением подчиненности.

10. $N_{10}(x)$ — существительные, образованные префиксально-суффиксальным способом:

а) $N_{10}^1(x)$ — производные с пространственными значениями;

б) $N_{10}^2(x)$ — производные с временными значениями;

в) $N_{10}^3(x)$ — производные, обозначающие отсутствие того, что названо производящей основой.

2.2. Имя прилагательное

1. $Adj_1(x, y)$ — деление прилагательных по разрядам: $y = \text{«кач»}$, если прилагательное качественное, $y = \text{«отнс»}$, если относительное, $y = \text{«прит»}$, если притяжательное.

Качественные прилагательные могут обозначать:

а) $Adj_1^1(x)$ — цвет (*жёлтый, синий* и др.);

б) $Adj_1^2(x)$ — пространственные отношения (*длинный, прямой* и др.);

в) $Adj_1^3(x)$ — временные отношения (*долгий, быстрый* и др.);

г) $Adj_1^4(x)$ — свойства и качества вещей, воспринимаемые органами чувств (*сладкий, горячий* и др.);

д) $Adj_1^5(x)$ — физические качества людей и животных (*сильный, слепой* и др.);

е) $Adj_1^6(x)$ — духовные качества людей (*добрый, умный* и др.).

$(\forall x) \left(Adj_1(x, кач) \leftrightarrow \bigwedge_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^6 \left(\neg (Adj_1^i(x) \rightarrow Adj_1^j(x)) \vee \neg (Adj_1^j(x) \rightarrow Adj_1^i(x)) \right) \right)$ —

качественные прилагательные — прилагательные, принадлежащие одной из групп а)—е).

Эквивалентная запись этой формулы:

$(\forall x) \left(Adj_1(x, кач) \leftrightarrow \bigwedge_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^6 \left((Adj_1^i(x) \& \neg Adj_1^j(x)) \vee (Adj_1^j(x) \& \neg Adj_1^i(x)) \right) \right)$.

Относительные прилагательные обозначают признаки не непосредственно, а через отношение:

- а) $Adj_1^7(x)$ — к материалу, из которого что-то сделано (*железный, молочный* и др.);
- б) $Adj_1^8(x)$ — к месту (*московский, здешний* и др.);
- в) $Adj_1^9(x)$ — ко времени (*вчерашний, летний* и др.);
- г) $Adj_1^{10}(x)$ — к лицу (*детский, студенческий* и др.);
- д) $Adj_1^{11}(x)$ — к понятию (*философский, научный* и др.);
- е) $Adj_1^{12}(x)$ — к действию (*стиральный, подготовительный* и др.);
- ж) $Adj_1^{13}(x)$ — к числу (*двойной, тройной* и др.);

$$(\forall x) \left(Adj_1(x, \text{отнс}) \leftrightarrow \big\&_{\substack{i=7 \\ i \neq j}}^{13} \left(\neg(Adj_1^i(x) \rightarrow Adj_1^j(x)) \vee \neg(Adj_1^j(x) \rightarrow Adj_1^i(x)) \right) \right) \text{ — от-}$$

носительные прилагательные — прилагательные, принадлежащие одной из групп а)—ж).

Эквивалентная запись этой формулы:

$$(\forall x) \left(Adj_1(x, \text{отнс}) \leftrightarrow \big\&_{\substack{i=7 \\ i \neq j}}^{13} \left((Adj_1^i(x) \& \neg Adj_1^j(x)) \vee (Adj_1^j(x) \& \neg Adj_1^i(x)) \right) \right).$$

$(\forall x)(Adj_1(x, \text{отнс}) \rightarrow \neg(Adj_5(x, \text{сравн}) \vee Adj_5(x, \text{прев})))$ — относительные прилагательные не изменяются по степеням сравнения;

$(\forall x)(Adj_1(x, \text{отнс}) \rightarrow \neg(Adj_{10}(x, \text{полн}) \vee Adj_{10}(x, \text{кр})))$ — относительные прилагательные не образуют кратких форм;

$(\forall x)(Adj_1(x, \text{отнс}) \rightarrow \neg Adj_8(x))$ — относительные прилагательные не образуют форм субъективной оценки. Импликация только в одну сторону, т.к. прилагательное, обладая вышеперечисленными свойствами, может принадлежать к разряду притяжательных.

Притяжательные прилагательные обозначают принадлежность предмета лицу или животному и образуются с помощью суффиксов **-ов (-ев-)** (*дедов кабинет* и др.), **-ин- (-ын-)** (*гусяная лапка* и др.), **-ач- (-яч-)** (*мышинная нора* и др.) и **-ий (-ја-, -је-)** (*собачья конура* и др.).

$(\forall x)(Adj_1(x, прум) \rightarrow \neg(Adj_5(x, сравн) \vee Adj_5(x, прев)))$ — притяжательные прилагательные не изменяются по степеням сравнения;

$(\forall x)(Adj_1(x, прум) \rightarrow \neg(Adj_{10}(x, полн) \vee Adj_{10}(x, кр)))$ — притяжательные прилагательные не образуют кратких форм;

$(\forall x)(Adj_1(x, прум) \rightarrow \neg Adj_8(x))$ — притяжательные прилагательные не образуют форм субъективной оценки. Импликация только в одну сторону, так как прилагательное, обладая вышеперечисленными свойствами, может принадлежать к разряду относительных.

2. $Adj_2(x, y)$ — категория числа прилагательного: $y = \langle \text{ед} \rangle$, если x — прилагательное в единственном числе; $y = \langle \text{мн} \rangle$, если x — прилагательное во множественном числе.

3. $Adj_3(x, y)$ — категория рода прилагательных: $y = \langle \text{мр} \rangle$, если x — прилагательное мужского рода; $y = \langle \text{жр} \rangle$, если x — прилагательное женского рода; $y = \langle \text{ср} \rangle$, если x — прилагательное среднего рода.

$(\forall x)(Adj_2(x, мн) \leftrightarrow (\neg Adj_3(x, мр) \& \neg Adj_3(x, жр) \& \neg Adj_3(x, ср)))$ — когда прилагательное во множественном числе, то нельзя определить род.

То же самое означает формула:

$$(\forall x)(Adj_2(x, мн) \leftrightarrow \neg(Adj_3(x, мр) \vee Adj_3(x, жр) \vee Adj_3(x, ср))).$$

$(\forall x)(Adj_2(x, ед) \leftrightarrow (Adj_3(x, мр) \vee Adj_3(x, жр) \vee Adj_3(x, ср)))$ — если прилагательное в единственном числе, то оно обязательно либо мужского рода, либо женского, либо среднего и наоборот. Эту формулу можно переписать в эквивалентном виде с импликацией.

4. $Adj_4(x, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6)$ — категория падежа прилагательного: y_1 — именительный, y_2 — родительный, y_3 — дательный, y_4 — винительный, y_5 — творительный, y_6 — предложный.

5. $Adj_5(x, y)$ — степени сравнения, где $y = \langle \text{сравн} \rangle$, если прилагательное в сравнительной степени; $y = \langle \text{прев} \rangle$, если прилагательное в превосходной степени.

Для сравнительной степени существует две формы выражения $Adj_6(x, y)$, где

а) $y = \langle \text{синт} \rangle$, если форма выражения сравнительной степени синтетическая (простая). Синтетическая форма определяется в морфологическом словаре Dialing;

б) $y = \text{«анлт»}$, если форма выражения сравнительной степени аналитическая (сложная), т.е. представляет собой сочетание слова *более* с исходной формой прилагательного (*более широкий, более красивая* и др.).

$(\forall x)(Adj_5(x, \text{сравн}) \leftrightarrow (Adj_6(x, \text{синт}) \vee Adj_6(x, \text{анлт})))$ — если прилагательное в сравнительной степени, то обязательно в одной из двух форм и, наоборот.

Превосходная степень прилагательных имеет три формы выражения $Adj_7(x, y)$, где

а) $y = \text{«синт»}$, если форма выражения превосходной степени прилагательного синтетическая, т.е. образуется от основы исходной формы при помощи суффиксов *-ейш-, -айш-* (*высокий — высочайший* и др.);

б) $y = \text{«анлт»}$, если форма выражения превосходной степени прилагательного аналитическая, т.е. образуется с помощью слова *самый* и исходной формы прилагательного (*самый строгий* и др.);

в) $y = \text{«сложн»}$, если форма выражения превосходной степени прилагательного сложная, т.е. может образовываться тремя способами:

$Adj_7^1(x)$ — сочетание слова *наиболее* и исходной формы прилагательного (*наиболее честный* и др.);

$Adj_7^2(x)$ — сочетание формы сравнительной степени и слова *всех* или *всего* (*лучше всего* и др.);

$Adj_7^3(x)$ — сочетание отрицания *нет* и прилагательного в сравнительной степени (*нет красивее его* и др.).

$(\forall x) \left(Adj_7(x, \text{сложн}) \leftrightarrow \bigg\&_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^3 \left(\neg (Adj_7^i(x) \rightarrow Adj_7^j(x)) \vee \neg (Adj_7^j(x) \rightarrow Adj_7^i(x)) \right) \right) \right)$ —

если в), то одна из последних трёх, и обратно. Для этой формулы существует эквивалентная запись без импликации.

$(\forall x)(Adj_5(x, \text{прев}) \leftrightarrow (Adj_7(x, \text{синт}) \vee Adj_7(x, \text{анлт}) \vee Adj_7(x, \text{сложн})))$ — прилагательное в превосходной степени \leftrightarrow обязательно в одной из трёх форм (аналогично формуле для сравнительной степени).

6. $Adj_8(x)$ — степени качества (формы субъективной оценки) обозначают степень проявления признака безотносительно к сравнению предметов. К степеням качества можно отнести следующие формы и словосочетания прилагательных:

а) $Adj_8^1(x)$ — приставочные формы прилагательных (*пыхитрый, все- сильный* и др.);

б) $Adj_8^2(x)$ — суффиксальные образования (*здоровенный, красноватый* и др.);

в) $Adj_8^3(x)$ — сочетания наречий меры и степени с исходной формой прилагательного (*весьма красивый, очень добрый* и др.);

г) $Adj_8^4(x)$ — повторение исходной формы прилагательного с префиксом или без него (*белый-белый, милый-премилый* и др.).

Принадлежность прилагательного к одной из четырёх групп можно определить только по словообразованию, перечислив приставки и суффиксы, при помощи которых образуется степень качества.

$$(\forall x) \left(Adj_8(x) \leftrightarrow \bigotimes_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^4 \left(\neg (Adj_8^i(x) \rightarrow Adj_8^j(x)) \vee \neg (Adj_8^j(x) \rightarrow Adj_8^i(x)) \right) \right) \quad \text{— а) —}$$

г) \leftrightarrow степени качества.

7. $Adj_9(x)$ — субстантивированные прилагательные — прилагательные, частично или полностью перешедшие в существительные (*мостовая, мороженое, портной* и др.). По своему значению делятся на пять групп, т.е. служат названиями следующих понятий:

а) $Adj_9^1(x)$ — лица (*рабочий, учёный* и др.);

б) $Adj_9^2(x)$ — помещения (*прихожая, учительская, прачечная, булочная* и др.);

в) $Adj_9^3(x)$ — документы (*накладная, дарственная* и др.);

г) $Adj_9^4(x)$ — пища и напитки (*отбивная, заливное, шампанское* и др.);

д) $Adj_9^5(x)$ — отвлечённые понятия (*прошлое, вечное, приданое* и др.).

$$(\forall x) \left(Adj_9(x) \leftrightarrow \bigotimes_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^5 \left(\neg (Adj_9^i(x) \rightarrow Adj_9^j(x)) \vee \neg (Adj_9^j(x) \rightarrow Adj_9^i(x)) \right) \right) \quad \text{—}$$

субстантивированные прилагательные — слова, принадлежащие одной из групп а)–д).

8. $Adj_{10}(x, y)$, где y = «полн», если x — прилагательное в полной форме и y = «кр», если x — прилагательное в краткой форме. В морфологическом

словаре Dialing содержится информация о том, является ли прилагательное кратким.

$$(\forall x) \left(Adj_{10}(x, kp) \leftrightarrow \neg (Adj_4(x, y_1, 0, 0, 0, 0) \vee Adj_4(x, 0, y_2, 0, 0, 0) \vee Adj_4(x, 0, 0, y_3, 0, 0) \vee Adj_4(x, 0, 0, 0, y_4, 0, 0) \vee Adj_4(x, 0, 0, 0, 0, y_5, 0) \vee Adj_4(x, 0, 0, 0, 0, 0, y_6)) \right)$$

— у кратких прилагательных нет падежа; здесь простое «или», т.к. формы некоторых падежей могут совпадать.

Словообразование имён прилагательных [5]:

9. $Adj_{11}(x)$ — прилагательные, образованные префиксальным способом:

а) $Adj_{11}^1(x)$ — категория прилагательных, обозначающих интенсивность, полноту проявления признака;

б) $Adj_{11}^2(x)$ — прилагательные, в которых приставки имеют значение отрицания, противоположности.

10. $Adj_{12}(x)$ — прилагательные, образованные префиксально-суффиксальным способом:

а) $Adj_{12}^1(x)$ — прилагательные, производимые на базе сочетаний существительных с предлогами, преобразуемыми в составе производных в приставки, могут включать разнообразные приставки, а из суффиксов *-н-* (преимущественно), реже *-ов-*, *-ск-* и некоторые другие;

б) $Adj_{12}^2(x)$ — на базе соединения отрицания *не* с сочетанием имени существительного с предлогом *без* образуются имена прилагательные со сложной приставкой *небез-* и суффиксом *-н-*. Производное имеет значение неполноты, слабой степени проявления признака;

в) $Adj_{12}^3(x)$ — прилагательные, образованные префиксально-суффиксальным способом от основ глаголов, образуются с помощью приставки *не-* и суффиксов *-н-* и *-м-*. Производные обозначают «невозможность подвергнуться действию».

2.3. Имя числительное

1. $Num_1(x, y)$ — деление числительных по синтаксическому употреблению: $y =$ «колич», если x — количественное числительное; $y =$ «собир», если x — собирательное числительное (*оба*, *пятеро* и др.); $y =$ «пор», если x —

порядковое числительное (*пятнадцатый, первые* и др.). Порядковые числительные определяются из словаря Dialing.

Количественные числительные делятся на

- а) $Num_1^1(x)$ — собственно-количественные (*один* и др.),
- б) $Num_1^2(x)$ — дробные (*две пятых* и др.),
- в) $Num_1^3(x)$ — неопределённо-количественные (*много* и др.).

$$(\forall x) \left(Num_1(x, \text{колич}) \leftrightarrow \bigwedge_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^3 \left(\neg (Num_1^i(x) \rightarrow Num_1^j(x)) \vee \neg (Num_1^j(x) \rightarrow Num_1^i(x)) \right) \right) -$$

колич. \leftrightarrow а) — в).

2. $Num_2(x, y)$ — деление числительных по структуре, где $y =$ «прост», если x — простое числительное, т.е. состоит из одного корня (*четыре* и др.); $y =$ «слож», если x — сложное числительное, т.е. имеет две основы (образованы из простых) (*пятьдесят* и др.); $y =$ «сост», если x — составное числительное, т.е. образовано сочетанием простых или сложных числительных (*двести одиннадцать* и др.), сюда же относятся дробные числительные.

$(\forall x) (Num_1^2(x) \rightarrow Num_2(x, \text{сост}))$ — верна импликация дробные \rightarrow составные.

3. $Num_3(x, y)$ — категория рода: $y =$ «мр», если x — числительное мужского рода; $y =$ «жр», если x — числительное женского рода, $y =$ «ср», если x — числительное среднего рода.

$$(\forall x) ((Num_1(x, \text{пор}) \& Num_4(x, \text{ед})) \leftrightarrow (Num_3(x, \text{мр}) \vee Num_3(x, \text{жр}) \vee Num_3(x, \text{ср}))) -$$

род имеют только порядковые в единственном числе (ИСКЛЮЧЕНИЯ: *один - одна - одно, два - две, оба - обе, полтора - полторы* и *тысяча, миллион* и т.п.).

$(\forall x) (Num_1(x, \text{колич}) \rightarrow \neg (Num_3(x, \text{мр}) \vee Num_3(x, \text{жр}) \vee Num_3(x, \text{ср})))$ — количественные числительные не изменяются по родам (ИСКЛЮЧЕНИЯ: *один - одна - одно, два - две, оба - обе, полтора - полторы* и *тысяча, миллион* и т.п.).

$(\forall x) (Num_1(x, \text{собир}) \rightarrow \neg (Num_3(x, \text{мр}) \vee Num_3(x, \text{жр}) \vee Num_3(x, \text{ср})))$ — собирательные числительные не изменяются по родам

4. $Num_4(x, y)$ — категория числа: $y = \langle \text{ед} \rangle$, если x — числительное в единственном числе; $y = \langle \text{мн} \rangle$, если x — числительное во множественном числе.

$(\forall x)(Num_1(x, \text{пор}) \leftrightarrow (Num_4(x, \text{ед}) \vee Num_4(x, \text{мн})))$ — число есть только для порядковых числительных (ИСКЛЮЧЕНИЯ: количественные числительные *один, тысяча* и т.п.).

$(\forall x)(Num_1(x, \text{колич}) \rightarrow \neg(Num_4(x, \text{ед}) \vee Num_4(x, \text{мн})))$ — количественные числительные не изменяются по числам (ИСКЛЮЧЕНИЯ: количественные числительные *один, тысяча* и т.п.).

$(\forall x)(Num_1(x, \text{соби́р}) \rightarrow \neg(Num_4(x, \text{ед}) \vee Num_4(x, \text{мн})))$ — собирательные числительные не изменяются по числам.

5. $Num_5(x, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6)$ — категория падежа: y_1 — именительный, y_2 — родительный, y_3 — дательный, y_4 — винительный, y_5 — творительный, y_6 — предложный.

2.4. Местоимение

1. $ProN_1(x, y)$ — разряды местоимений по значению:

$y = \langle \text{лич} \rangle$, если x — личное (*я, вы* и др.);

$y = \langle \text{возвр} \rangle$, если x — возвратное (*себя*);

$y = \langle \text{прит} \rangle$, если x — притяжательное (*свой, ваш* и др.). Они определяются из словаря Dialing (правда, почему-то к ним относят местоимения ещё из некоторых других разрядов).

$y = \langle \text{указ} \rangle$, если x — указательное (*этот, такой* и др.);

$y = \langle \text{вопр} \rangle$, если x — вопросительное (*кто, который, сколько* и др.);

$y = \langle \text{отн} \rangle$, если x — относительное, т.е. вопросительное, но используемое для связи частей сложного предложения (*кто, который* и др.);

$y = \langle \text{опр} \rangle$, если x — определительное (*сам, самый, весь, всякий* и др.);

$y = \langle \text{отр} \rangle$, если x — отрицательное (*никто, некого, никакой, ничей* и др.);

$y = \langle \text{неопр} \rangle$, если x — неопределённое (*некто, несколько, кое-кто, что-то* и др.).

2. $ProN_2(x, y)$ — категория лица: $y = \langle 1 \text{ л} \rangle$, если x — местоимение первого лица (*я, мы*); $y = \langle 2 \text{ л} \rangle$, если x — местоимение второго лица (*ты, вы*); $y = \langle 3 \text{ л} \rangle$, если x — местоимение третьего лица (*он, она, оно, они*).

$(\forall x) (ProN_1(x, \text{луч}) \rightarrow (ProN_2(x, 1л) \vee ProN_2(x, 2л) \vee ProN_2(x, 3л)))$ — категория лица определена для личных местоимений.

$(\forall x) (ProN_1(x, \text{прям}) \rightarrow (ProN_2(x, 2л) \vee ProN_2(x, 3л)))$ — категория лица определена для притяжательных местоимений (у них есть только 2-ое и 3-е).

$(\forall x) (((ProN_1(x, \text{возвр}) \vee ProN_1(x, \text{указ}) \vee ProN_1(x, \text{вопр}) \vee ProN_1(x, \text{отн}) \vee ProN_1(x, \text{отр}) \vee ProN_1(x, \text{онп}) \vee ProN_1(x, \text{неонп})) \rightarrow \neg(ProN_2(x, 1л) \vee ProN_2(x, 2л) \vee ProN_2(x, 3л)))$ — для остальных категория лица не определена.

3. $ProN_3(x, y)$ — категория рода: $y = \langle \text{мр} \rangle$, если x — местоимение мужского рода, $y = \langle \text{жр} \rangle$, если x — местоимение женского рода, $y = \langle \text{ср} \rangle$, если x — местоимение среднего рода.

$(\forall x) ((ProN_6(x, \text{мсуц}) \vee ProN_6(x, \text{мпрпл})) \leftrightarrow \leftrightarrow (ProN_3(x, \text{мр}) \vee ProN_3(x, \text{жр}) \vee ProN_3(x, \text{ср})))$ — определена для местоимений-существительных и местоимений-прилагательных.

$(\forall x) (ProN_6(x, \text{мчисл}) \leftrightarrow \neg(ProN_3(x, \text{мр}) \vee ProN_3(x, \text{жр}) \vee ProN_3(x, \text{ср})))$ — не определена для местоимений-числительных.

$(\forall x) (((ProN_1(x, \text{луч}) \& ProN_2(x, 3л)) \vee ProN_1(x, \text{указ}) \vee ProN_1(x, \text{прям}) \vee ProN_1(x, \text{онп}) \vee ProN_1(x, \text{отн}) \vee ProN_1(x, \text{вопр})) \leftrightarrow \leftrightarrow (ProN_3(x, \text{мр}) \vee ProN_3(x, \text{жр}) \vee ProN_3(x, \text{ср})))$ — определена для личных местоимений 3-его лица, а также для указательных, вопросительных, относительных, определительных, притяжательных. В формулу не включены отрицательные и неопределённые местоимения, т.к. НЕ ДЛЯ ВСЕХ местоимений из этих групп определена категория рода.

$(\forall x) (ProN_1(x, \text{возвр}) \rightarrow \neg(ProN_3(x, \text{мр}) \vee ProN_3(x, \text{жр}) \vee ProN_3(x, \text{ср})))$ — не определена для возвратного местоимения.

4. $ProN_4(x, y)$ — категория числа: $y = \langle \text{ед} \rangle$, если x — местоимение в единственном числе; $y = \langle \text{мн} \rangle$, если x — местоимение во множественном числе.

$(\forall x)(ProN_1(x, \text{возвр}) \rightarrow \neg(ProN_4(x, \text{мн}) \vee ProN_4(x, \text{ед})))$ — определена для всех, кроме возвратного *себя*.

$(\forall x)((ProN_6(x, \text{мсуц}) \vee ProN_6(x, \text{мприл})) \leftrightarrow (ProN_4(x, \text{мн}) \vee ProN_4(x, \text{ед})))$ — определена для местоимения-существительного и местоимения-прилагательного.

$(\forall x)(ProN_6(x, \text{мчисл}) \leftrightarrow \neg(ProN_4(x, \text{мн}) \vee ProN_4(x, \text{ед})))$ — не определена для местоимения-числительного.

5. $ProN_5(x, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6)$ — категория падежа: y_1 — именительный, y_2 — родительный, y_3 — дательный, y_4 — винительный, y_5 — творительный, y_6 — предложный.

$(\forall x)((ProN_6(x, \text{мсуц}) \vee ProN_6(x, \text{мприл})) \leftrightarrow (ProN_5(x, y_1, 0, 0, 0, 0, 0) \vee ProN_5(x, 0, y_2, 0, 0, 0, 0) \vee ProN_5(x, 0, 0, y_3, 0, 0, 0) \vee ProN_5(x, 0, 0, 0, y_4, 0, 0) \vee ProN_5(x, 0, 0, 0, 0, y_5, 0) \vee ProN_5(x, 0, 0, 0, 0, 0, y_6)))$ — категория падежа определена для местоимения-существительного и местоимения-прилагательного, не определена для местоимения-числительного.

6. $ProN_6(x, y)$ — разряды местоимений в зависимости от соотносённости их с другими частями речи, т.е. $y = \langle \text{мсуц} \rangle$, если x — местоимённое существительное (*ты, себя, никто, некто, что-то* и др.); $y = \langle \text{мприл} \rangle$, если x — местоимённое прилагательное (*мой, этот, сам, всякий, такой* и др.); $y = \langle \text{мчисл} \rangle$, если x — местоимённое числительное (*сколько, несколько, столько* и др.).

2.5. Глагол

1. $V_1(x, y)$ — категория времени, где $y = \langle \text{нст} \rangle$, если x — глагол в настоящем времени, $y = \langle \text{прш} \rangle$, если x — глагол в прошедшем времени, $y = \langle \text{буд} \rangle$, если x — глагол в будущем времени. Будущее время глагола имеет две следующие формы:

а) $V_1^1(x)$ — простое будущее (*прочитаю*). Настоящее, прошедшее и простое будущее времена определяются из морфологического словаря Dialing;

б) $V_1^2(x)$ — сложное будущее (*буду читать*). Образуется из спрягаемых форм глагола *быть* и инфинитива основного глагола.

$(\forall x)(V_1(x, \text{буд}) \leftrightarrow ((V_1^1(x) \& \neg V_1^2(x)) \vee (V_1^2(x) \& \neg V_1^1(x))))$ — глагол в будущем времени \leftrightarrow а) или б).

$(\forall x)(V_1(x, \text{нст}) \rightarrow (V_2(x, y_1, 0) \vee V_2(x, y_1, y_2)))$ — настоящее время возможно только для глаголов несовершенного вида или двухвидовых.

$(\forall x)(V_1(x, \text{нст}) \rightarrow \neg V_2(x, 0, y_2))$ — то же самое, только переформулировано: настоящее время не существует для глаголов совершенного вида.

$(\forall x)(V_1^1(x) \rightarrow (V_2(x, 0, y_2) \vee V_2(x, y_1, y_2)))$ — простое будущее время существует только для глаголов совершенного вида или двухвидовых.

$(\forall x)(V_1^1(x) \rightarrow \neg V_2(x, y_1, 0))$ — то же самое, только переформулировано: если глагол в форме простого будущего времени, то он несовершенного вида.

$(\forall x)(V_1^2(x) \rightarrow (V_2(x, y_1, 0) \vee V_2(x, y_1, y_2)))$ — сложное будущее время существует только для глаголов несовершенного вида или двухвидовых.

$(\forall x)(V_1^2(x) \rightarrow \neg V_2(x, 0, y_2))$ — то же самое, только переформулировано: если глагол в форме сложного будущего времени, то он несовершенного вида.

$(\forall x)(V_4(x, \text{изъяв}) \leftrightarrow (V_1(x, \text{нст}) \vee V_1(x, \text{при}) \vee V_1(x, \text{буд})))$ — время можно определять только для глаголов в форме изъявительного наклонения.

$(\forall x)((V_4(x, \text{сосл}) \vee V_4(x, \text{пов})) \leftrightarrow \neg(V_1(x, \text{нст}) \vee V_1(x, \text{при}) \vee V_1(x, \text{буд})))$ — категория времени не определена для глаголов в сослагательном и повелительном наклонениях.

2. $V_2(x, y_1, y_2)$ — категория вида, где y_1 — несовершенный вид (глаголы, которые обозначают действия длительные, неограниченные в своём развитии, которые происходили в прошлом, до момента речи); y_2 — совершенный вид (глаголы, которые обозначают либо недлительные, мгновенные

однократные действия, либо ограниченные в своей длительности, либо уже закончившиеся).

Принадлежность глагола совершенному или несовершенному видам возможно определить из морфологического словаря Dialing. Если глагол двухвидовый, т.е. имеет значение совершенного или несовершенного вида в зависимости от контекста (*исследовать, обещать, организовать* и др.), то предикат будет иметь вид $V_2(x, y_1, y_2)$.

$$(\forall x)((V_2(x, y_1, y_2) \& V_2(x, y_1, 0)) \rightarrow V_1(x, нст)),$$

$$(\forall x)((V_2(x, y_1, y_2) \& V_1(x, нст)) \rightarrow V_2(x, y_1, 0)),$$

$$(\forall x)((V_2(x, y_1, y_2) \& V_2(x, 0, y_2)) \rightarrow V_1(x, буд)),$$

$(\forall x)((V_2(x, y_1, y_2) \& V_1(x, буд)) \rightarrow V_2(x, 0, y_2))$ — четыре формулы, показывающие, возможные ситуации для двухвидовых глаголов (настоящее время, несовершенный вид) или (будущее время, совершенный вид).

3. $V_3(x, y)$ — категория лица, где $y = \langle 1 \text{ л} \rangle$, если x — глагол в форме первого лица (употребляется для обозначения действий говорящего); $y = \langle 2 \text{ л} \rangle$, если x — глагол в форме второго лица (обозначает действия собеседника); $y = \langle 3 \text{ л} \rangle$, если x — глагол в форме третьего лица (обозначает действия лица, не участвующего в речи, являющегося предметом речи).

Значение лица передаётся личными местоимениями. Формы лиц глаголов содержатся в морфологическом словаре Dialing.

$$(\forall x)((V_1(x, при) \& \neg V_4(x, сосл)) \vee (V_4(x, сосл) \& \neg V_1(x, при))) \leftrightarrow$$

$\leftrightarrow \neg(V_3(x, 1л) \vee V_3(x, 2л) \vee V_3(x, 3л))$ — лицо нельзя определить для глаголов в прошедшем времени и для глаголов сослагательного наклонения.

4. $V_4(x, y)$ — категория наклонения, где $y = \langle \text{изъяв} \rangle$, если x — глагол в форме изъявительного (*читаю, читал, буду читать*); $y = \langle \text{сосл} \rangle$, если x — глагол в форме сослагательного наклонения (*читал бы*); $y = \langle \text{пов} \rangle$, если x — глагол в форме повелительного наклонения (*читай!*).

Повелительное наклонение определяется из словаря Dialing. Сослагательное наклонение образуется присоединением к прошедшему времени глагола частицы *бы*.

5. $V_5(x, y)$ — категория переходности или непереходности, где $y = \langle \text{нп} \rangle$, если глагол непереходный; $y = \langle \text{пе} \rangle$, если глагол переходный. Переходность/непереходность глаголов определяются в словаре Dialing.

Непереходные глаголы обозначают такие действия или состояния, которые не направлены на какой-либо объект.

Переходные глаголы обозначают действие, активно направленное на какой-либо объект. Для переходных глаголов определена категория залога $V_6(x, y)$:

а) $y = \langle \text{дст} \rangle$, если глагол действительного залога, т.е. относится к переходным глаголам (*Рабочий строит дом*);

б) $y = \langle \text{срвоз} \rangle$, если глагол средневозвратного залога, т.е. образован от переходного добавлением частицы **-ся (-сь)**. В зависимости от лексического значения такие глаголы могут быть разделены на несколько групп:

$V_6^1(x)$ — глаголы с собственно-возвратным значением называют такое действие, производитель которого является одновременно и объектом действия (*мыться* и др.);

$V_6^2(x)$ — глаголы с общевозвратным значением указывает на внутреннее состояние субъекта, настроение, переживание, а также на внешние действия – движения, совершаемые субъектом (*успокаиваться* и др.);

$V_6^3(x)$ — глаголы с объектно-возвратным значением — обозначают такие действия, которые постоянно свойственны субъекту (*кошки царапаются*);

$V_6^4(x)$ — глаголы с взаимно-возвратным значением указывают на действие, которое совершается несколькими действующими лицами (*ссориться* и др.);

$V_6^5(x)$ — глаголы с косвенно-возвратным значением обозначают действие, совершаемое субъектом для себя, в своих интересах (*запастись* и др.).

в) $y = \langle \text{страд} \rangle$, если глагол страдательного залога, т.е. образован от переходного добавлением частицы **-ся (-сь)**, но, в отличие от глаголов средневозвратного залога, называет действие, которое испытывает на себе объект, подвергающийся действию (*Дом строится рабочими*).

$(\forall x)(V_5(x, ne) \leftrightarrow V_6(x, дст))$ — формула взаимосвязи действительного залога и переходных глаголов (это одно и то же).

$$(\forall, x) \left(V_6(x, \text{срвоз}) \leftrightarrow \bigg\&_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^5 \left(\left(V_6^i(x) \& \neg V_6^j(x) \right) \vee \left(V_6^j(x) \& \neg V_6^i(x) \right) \right) \right) \text{ — средне-}$$

возвратный залог состоит из глаголов, принадлежащих одной из пяти групп.

6. $V_7(x, y)$ — категория рода: $y = \langle \text{мр} \rangle$, если x — глагол мужского рода, $y = \langle \text{жр} \rangle$, если x — глагол женского рода; $y = \langle \text{ср} \rangle$, если x — глагол среднего рода. Род глаголов определяется в словаре Dialing.

7. $V_8(x, y)$ — категория числа: $y = \langle \text{ед} \rangle$, если x — глагол в единственном числе; $y = \langle \text{мн} \rangle$, если x — глагол во множественном числе. В каком числе стоит глагол, определяется в словаре Dialing.

$(\forall x)(V_8(x, \text{мн}) \leftrightarrow \neg(V_7(x, \text{мр}) \vee V_7(x, \text{жр}) \vee V_7(x, \text{ср})))$ — когда глагол во множественном числе, то нельзя определить род.

$(\forall x) \left(\left(\left(\left(V_1(x, \text{при}) \& \neg V_4(x, \text{сосл}) \right) \vee \left(V_4(x, \text{сосл}) \& \neg V_1(x, \text{при}) \right) \right) \& V_8(x, \text{ед}) \right) \leftrightarrow \left(V_7(x, \text{мр}) \vee V_7(x, \text{жр}) \vee V_7(x, \text{ср}) \right) \right)$ — если глагол в прошедшем времени в единственном числе или сослагательного наклонения в единственном числе, то он обязательно либо мужского рода, либо женского, либо среднего, и наоборот.

Эту формулу можно переписать в эквивалентном виде с импликацией в первой строке.

8. $V_9(x, y)$, $y = \langle \text{инф} \rangle$, если x — глагол в неопределённой форме (в форме инфинитива), $y = \langle \text{спрф} \rangle$, если x — глагол в спрягаемой форме (т.е. не инфинитив). Инфинитив глагола определяется в словаре Dialing.

$(\forall x)(V_9(x, \text{инф}) \rightarrow \neg(V_7(x, \text{мр}) \vee V_7(x, \text{жр}) \vee V_7(x, \text{ср})))$ — у инфинитива нет рода.

$(\forall x)(V_9(x, \text{инф}) \rightarrow \neg(V_8(x, \text{ед}) \vee V_8(x, \text{мн})))$ — у инфинитива нет числа.

$(\forall x)(V_9(x, \text{инф}) \rightarrow \neg(V_3(x, 1л) \vee V_3(x, 2л) \vee V_3(x, 3л)))$ — у инфинитива нет лица.

Словообразование глаголов [5].

9. $V_{10}(x)$ — глаголы, образованные префиксальным способом:

а) $V_{10}^1(x)$ — глаголы с приставками пространственных значений, они обозначают различные направления действия;

б) $V_{10}^2(x)$ — глаголы, обозначающие начало процесса;

в) $V_{10}^3(x)$ — глаголы, обозначающие окончание процесса;

г) $V_{10}^4(x)$ — глаголы, обозначающие окончание действия с оттенками полноты, тщательности, энергичности, силы его выполнения;

д) $V_{10}^6(x)$ — глаголы, обозначающие полную исчерпанность предмета действием, а также причинение неприятности, ущерба действием;

е) $V_{10}^7(x)$ — глаголы, обозначающие дополнительное, добавочное действие, добавление чего-либо действием, а также слабость, неполноту действия.

10. $V_{11}(x)$ — глаголы, образованные префиксально-суффиксальным способом:

а) $V_{11}^1(x)$ — глаголы, обозначающие неполноту, ослабленность действия, имеющие прерывисто-длительное значение (схема образования таких глаголов: приставка + производящая основа + суффикс несовершенного вида);

б) $V_{11}^2(x)$ — глаголы, обозначающие интенсивность, тщательность совершения действия (схема образования таких глаголов: приставка + производящая основа + суффикс несовершенного вида);

в) $V_{11}^3(x)$ — глаголы, образуемые одновременным присоединением приставки и *-ся*, (схема образования таких глаголов: приставка + производящий глагол + *ся*);

г) $V_{11}^4(x)$ — глаголы, производимые от основ имён существительных префиксально-суффиксальным способом.

Для составного глагольного сказуемого вспомогательными могут выступать следующие глаголы [6]:

11. $V_{12}(x)$ — глаголы, обозначающие начало, конец, продолжение действия (*начать, стать, перестать, кончить, продолжать* и др.).

12) $V_{13}(x)$ — глаголы с модальным значением, выражающие различные оттенки модальности:

а) $V_{13}^1(x)$ — возможность, невозможность, предрасположенность к действию, способность (*мочь, уметь, научиться, потрудиться* и др.);

б) $V_{13}^2(x)$ — желание, стремление, решение, старание (*хотеть, желать, намереваться, пытаться* и др.);

в) $V_{13}^3(x)$ — процессы мысли, психические переживания (*думать, затеять, надеяться, бояться, медлить, терпеть* и др.).

Для составного именного сказуемого глаголы-связки могут быть [6]:

13. $V_{14}(x)$ — с отвлечённым значением, т.е. они выполняют лишь грамматическую функцию и полностью лишены лексического значения (*быть, являться, есть и суть*);

14. $V_{15}(x)$ — полуотвлечённые (полузнаменательные), имеющие различные лексические значения:

а) $V_{15}^1(x)$ — проявления, обнаружения признака (*бываться, оказаться, оказываться* и др.),

б) $V_{15}^2(x)$ — признака в чьём-либо представлении (*казаться, представляться, считаться* и др.),

в) $V_{15}^3(x)$ — возникновение признака, перехода из одного состояния в другое или, наоборот, сохранения прежнего состояния (*стать, сделаться, остаться* и др.),

г) $V_{15}^4(x)$ — названия признака (*зваться, почитаться, называться*).

Эти глаголы-связки отличаются от соответствующих глаголов в прямом значении (*Сын стал взрослым. — Сын стал на колени.*).

15. $V_{16}(x)$ — знаменательные. К ним относятся глаголы с полным лексическим значением, обозначающие движение или состояние предмета (*жить, работать, сидеть, ходить, вернуться, родиться* и др.). Например, составное именное сказуемое есть в первом, а не во втором предложении: *Клоун вышел на улицу одетый в пальто. — Клоун вышел на улицу, одетый в пальто.*

2.6. Причастие

1. $PartP(x, y)$ — формы залога причастий, где $y = \langle \text{дст} \rangle$, если x — действительное причастие (называет признак действия, которое совершает или совершил сам субъект), $y = \langle \text{стр} \rangle$, если x — страдательное причастие (называет признак действия, которое испытывает или испытывал на себе носитель этого признака). Формы причастий определяются в словаре Dialing.

2. $PartP_2(x, y)$ — категория времени, где $y = \langle \text{нст} \rangle$, если x — причастие настоящего времени, $y = \langle \text{прш} \rangle$, если x — причастие прошедшего времени. Определяется в словаре Dialing.

3. $PartP_3(x, y)$ — переходность/непереходность, где $y = \langle \text{нп} \rangle$, если причастие образовано от непереходного глагола, $y = \langle \text{пе} \rangle$, если причастие образовано от переходного глагола. Переходность/непереходность причастий определяется в словаре Dialing.

4. $PartP_4(x, y)$ — вид, где $y = \langle \text{нсв} \rangle$, если x — причастие несовершенного вида, $y = \langle \text{св} \rangle$, если x — причастие совершенного вида. Определяется в словаре Dialing.

	наст. вр.	прош. вр.
действит.	несов. вид	любые
страдат.	несов. вид, перех.	перех.

Эту таблицу можно трактовать и по строкам и по столбцам.

Из таблицы получаем следующие формулы:

$(\forall x)((PartP_1(x, cmp) \& PartP_2(x, ncm)) \leftrightarrow (PartP_3(x, ne) \& PartP_4(x, нсв)))$ — страдательные причастия настоящего времени образуются только от переходных глаголов несовершенного вида.

$(\forall x)((PartP_1(x, dcm) \& PartP_2(x, ncm)) \rightarrow PartP_4(x, нсв))$ — действительные настоящего времени — от несовершенного вида.

$(\forall x)((PartP_1(x, cmp) \& PartP_2(x, npu)) \rightarrow PartP_3(x, ne))$ — страдательные причастия прошедшего времени — от переходных глаголов.

$(\forall x)(PartP_4(x, св) \rightarrow PartP_2(x, npu))$ — причастия совершенного вида бывают только прошедшего времени.

$(\forall x)(PartP_4(x, нсв) \rightarrow (PartP_2(x, npu) \vee PartP_2(x, ncm)))$ — причастия несовершенного вида бывают и настоящего, и прошедшего времени.

Последние две формулы можно записать иначе:

$(\forall x)(PartP_2(x, ncm) \rightarrow PartP_4(x, нсв))$ — причастия настоящего времени бывают только несовершенного вида;

$(\forall x)(PartP_2(x, npu) \rightarrow (PartP_4(x, cv) \vee PartP_4(x, ncv)))$ — причастия прошедшего времени бывают и совершенного, и несовершенного вида.

5. $PartP_5(x, y)$ — категория рода: $y = \langle \text{мр} \rangle$, если x — причастие мужского рода; $y = \langle \text{жр} \rangle$, если x — причастие женского рода; $y = \langle \text{ср} \rangle$, если x — причастие среднего рода. Определяется в словаре Dialing.

6. $PartP_6(x, y)$ — категория числа: $y = \langle \text{ед} \rangle$, если x — причастие в единственном числе; $y = \langle \text{мн} \rangle$, если x — причастие во множественном числе. Определяется в словаре Dialing.

$(\forall x)(PartP_6(x, mn) \leftrightarrow (\neg PartP_5(x, mp) \& \neg PartP_5(x, жр) \& \neg PartP_5(x, ср)))$ — когда причастие во множественном числе, то нельзя определить род. То же самое означает формула:

$$(\forall x)(PartP_6(x, mn) \leftrightarrow \neg(PartP_5(x, mp) \vee PartP_5(x, жр) \vee PartP_5(x, ср))).$$

$(\forall x)(PartP_6(x, ed) \leftrightarrow (PartP_5(x, mp) \vee PartP_5(x, жр) \vee PartP_5(x, ср)))$ — если причастие в единственном числе, то оно обязательно либо мужского рода, либо женского рода, либо среднего рода, и наоборот. Эту формулу можно переписать в эквивалентном виде с импликацией.

7) $PartP_7(x, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6)$ — категория падежа: y_1 — именительный, y_2 — родительный, y_3 — дательный, y_4 — винительный, y_5 — творительный, y_6 — предложный. Определяется в словаре Dialing.

$(\forall x)(PartP_8(x, kp) \leftrightarrow \neg(PartP_7(x, y_1, 0, 0, 0, 0, 0) \vee PartP_7(x, 0, y_2, 0, 0, 0, 0) \vee PartP_7(x, 0, 0, y_3, 0, 0, 0) \vee PartP_7(x, 0, 0, 0, y_4, 0, 0) \vee PartP_7(x, 0, 0, 0, 0, y_5, 0) \vee PartP_7(x, 0, 0, 0, 0, 0, y_6)))$ — для кратких причастий не определена категория падежа.

8) $PartP_8(x, y)$ — категория краткости/полноты: $y = \langle \text{полн} \rangle$, если x — причастие в полной форме и $y = \langle \text{кр} \rangle$, если x — причастие в краткой форме. В морфологическом словаре Dialing содержится информация о том, является ли причастие кратким.

$(\forall x)(PartP_8(x, kp) \rightarrow (PartP_1(x, cmp) \& PartP_2(x, ncm)) \vee (PartP_1(x, cmp) \& PartP_2(x, npu)))$ — краткие формы существуют только у страдательных причастий прошедшего времени и настоящего времени.

2.7. Деепричастие

1. $VA_1(x, y)$ — категория вида, где y = «нсв», если x — деепричастие не совершенного вида; y = «св», если x — деепричастие совершенного вида.

2.8. Наречие

1. $AdV_1(x, y_1, y_2)$ — разряды наречий, где y_1 означает, что наречие обстоятельственное, y_2 означает, что наречие определительное. Для наречий, являющихся обстоятельственными или определительными в зависимости от контекста, будем считать, что они принадлежат к двум разрядам одновременно, т.е. для них предикат имеет вид $AdV_1(x, y_1, y_2)$. К таким наречиям относится, например, наречие *прямо*. Оно может употребляться в значении «по прямой линии» и в значении «откровенно».

Обстоятельные наречия обозначают различные условия (обстоятельства), в которых протекает действие:

- а) $AdV_1^1(x)$ — время (*вчера, рано, иногда, сейчас* и др.);
- б) $AdV_1^2(x)$ — место (*справа, назад, возле, там* и др.);
- в) $AdV_1^3(x)$ — причина (*сгоряча, потому* и др.);
- г) $AdV_1^4(x)$ — цель (*нарочно, насмех, в насмешку* и др.).

$(\forall x) \left((AdV_1(x, y_1, 0) \vee AdV_1(x, y_1, y_2)) \leftrightarrow \right.$
 $\left. \leftrightarrow \bigwedge_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^4 \left(\neg (AdV_1^i(x) \rightarrow AdV_1^j(x)) \vee \neg (AdV_1^j(x) \rightarrow AdV_1^i(x)) \right) \right)$ — наречие об-

стоятельственное или одновременно обстоятельственное и определительное — наречие, принадлежащее одной из групп а)—г).

Можно переписать эту формулу в эквивалентном виде без импликации.

Определительные (необстоятельные) наречия $AdV_2(x, y_1, y_2, y_3)$ бывают трёх типов:

- а) y_1 — качественные, т.е. выражают оценку действия (*хорошо, трусливо, иронически* и др.);
- б) y_2 — количественные, т.е. указывают на меру (количество) действия или признака (*очень, гораздо, чересчур, почти* и др.). Существуют наречия,

которые в зависимости от контекста являются качественными или количественными. Например, наречие *легко*: *Шли легко раненные*. — Он легко приподнялся. В этом случае полагаем, что наречие относится одновременно к двум типам, т.е. $AdV_2(x, y_1, y_2, 0)$;

в) y_3 — способа и образа действия, т.е. обозначают, каким способом или образом протекает действие (*вброд, бегом, наизусть* и др.). Сюда также относятся наречия:

$AdV_2^1(x)$ — сравнения и уподобления (*по-дружески, по-прежнему* и др.);

$AdV_2^2(x)$ — совокупности (*толпой, вереницей, поодиночке, вшестером* и др.).

$(\forall x) \left(\left(\left(AdV_2^1(x) \& \neg AdV_2^2(x) \right) \vee \left(AdV_2^2(x) \& \neg AdV_2^1(x) \right) \right) \rightarrow AdV_2(x, 0, 0, y_3) \right)$ — если последних два \rightarrow относятся к в), обратное неверно.

$(\forall x) \left(\left(AdV_1(x, 0, y_2) \vee AdV_1(x, y_1, y_2) \right) \leftrightarrow \leftrightarrow \left(\neg \left(\left(AdV_2(x, y_1, 0, 0) \vee AdV_2(x, 0, y_2, 0) \right) \rightarrow AdV_2(x, 0, 0, y_3) \right) \vee \vee \neg \left(AdV_2(x, 0, 0, y_3) \rightarrow \left(AdV_2(x, y_1, 0, 0) \vee AdV_2(x, 0, y_2, 0) \right) \right) \right) \right)$ — наречие определительное или одновременно обстоятельственное и определительное — наречие, принадлежащее одной из групп а)—в).

Можно переписать эту формулу в эквивалентном виде без импликации.

2. $AdV_3(x, y)$ — степени сравнения, где $y =$ «сравн», если наречие в сравнительной степени, $y =$ «прев», если наречие в превосходной степени.

Для сравнительной степени существуют две формы выражения $AdV_4(x, y)$, где

а) $y =$ «синт», если форма выражения сравнительной степени синтетическая (простая), т.е. образуется с помощью суффиксов *-ее (-ей), -ше* и *-е (меньше, менее* и др.);

б) $y =$ «анлт», если форма выражения сравнительной степени аналитическая, т.е. представляет собой сочетание слова *более* с исходной формой наречия (*более смело* и др.).

$(\forall x) \left(AdV_3(x, \text{сравн}) \leftrightarrow \left(AdV_4(x, \text{синт}) \vee AdV_4(x, \text{анлт}) \right) \right)$ — если наречие в сравнительной степени, то обязательно в одной из двух форм, и наоборот.

Превосходная степень наречий имеет две формы выражения $AdV_5(x, y)$, где

а) $y =$ «синт», если форма выражения превосходной степени наречия синтетическая, т.е. образуется с помощью суффиксов *-ейши(-е)*, *-айши(-е)* (*-е* — суффикс наречия) (*покорнейше* и др.). Такая форма устарела и теперь употребляется крайне редко;

б) $y =$ «анлт», если форма выражения превосходной степени наречия аналитическая, т.е. образуется

$AdV_5^1(x)$ — из сочетания формы сравнительной степени со словом *всех* или *всего* (*громче всех* и др.);

$AdV_5^2(x)$ — из сочетания слова *наиболее* с исходной формой наречия (*наиболее целесообразно* и др.).

$(\forall x) \left(AdV_5(x, \text{анлт}) \leftrightarrow \left(\left(AdV_5^1(x) \& \neg AdV_5^2(x) \right) \vee \left(AdV_5^2(x) \& \neg AdV_5^1(x) \right) \right) \right)$ —

если б), то одна из последних двух, и наоборот.

$(\forall x) \left(AdV_3(x, \text{прев}) \leftrightarrow \left(AdV_5(x, \text{синт}) \vee AdV_5(x, \text{анлт}) \right) \right)$ — если наречие в превосходной степени, то обязательно в одной из двух форм, и наоборот.

$(\forall x) \left(\left(AdV_3(x, \text{сравн}) \vee AdV_3(x, \text{прев}) \right) \rightarrow \left(AdV_2(x, y_1, 0, 0) \vee AdV_2(x, y_1, y_2, 0) \right) \right)$ — степени сравнения существуют только для качественных наречий или наречий, являющихся одновременно качественными и количественными. Можно записать симметричную формулу, что для количественных и наречий способа и образа действия не существует степени сравнения.

3. $AdV_6(x)$ — степени качества (формы субъективной оценки), в отличие от степеней сравнения, выражают меру признака безотносительно к сравнению. К степеням качества относятся:

а) $AdV_6^1(x)$ — приставочные образования (*презабавно* и др.);

б) $AdV_6^2(x)$ — суффиксальные образования (*плоховато* и др.);

в) $AdV_6^3(x)$ — сочетания наречий меры и степени с исходной формой (*очень красиво* и др.);

г) $AdV_6^4(x)$ — удвоение наречий (*далеко-далеко* и др.).

Принадлежность наречия к одной из четырёх групп можно определить только по словообразованию, перечислив приставки и суффиксы, при помощи которых образуется степень качества.

$$(\forall x) \left(AdV_6(x) \leftrightarrow \big\&_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^4 \left(\neg(AdV_6^i(x) \rightarrow AdV_6^j(x)) \vee \neg(AdV_6^j(x) \rightarrow AdV_6^i(x)) \right) \right) —$$

а) — г) \leftrightarrow степень качества.

$(\forall x) (AdV_6(x) \rightarrow (AdV_2(x, y_1, 0, 0) \vee AdV_2(x, y_1, y_2, 0)))$ — степени качества существуют только для качественных наречий или наречий, являющихся одновременно качественными и количественными. Можно записать симметричную формулу, что для количественных и наречий способа и образа действия не существует степени качества.

2.9. Предлог

1. $Prep_1(x, y)$ — по происхождению предлоги делятся на $y =$ «непр», т.е. x — непроизводный (первообразный) предлог (*в, под, про* и др.) и $y =$ «пр», т.е. x — производный предлог. Производные предлоги делятся на

а) $Prep_1^1(x)$ — отнаречные (*близ, около, сквозь* и др.);

б) $Prep_1^2(x)$ — отыменные (*вследствие, по пути, по причине* и др.);

в) $Prep_1^3(x)$ — отглагольные (*благодаря, несмотря на, спустя* и др.).

$$(\forall x) \left(Prep_1(x, np) \leftrightarrow \big\&_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^3 \left(\neg(Prep_1^i(x) \rightarrow Prep_1^j(x)) \vee \neg(Prep_1^j(x) \rightarrow Prep_1^i(x)) \right) \right) —$$

производный предлог \leftrightarrow он принадлежит одной из групп а)–в).

2. $Prep_2(x, y)$ — с точки зрения структуры выделяются предлоги: $y =$ «прост», т.е. простые (*но, мимо* и др.); $y =$ «сл», т.е. сложные (парные) (*из-за, из-под* и др.); $y =$ «сост», т.е. составные (*в деле, в отношении* и др.); $y =$ «слст», т.е. сложно-составные (*в отличие от, наравне с* и др.).

3. $Prep_3(x, y)$ — отношения, выражаемые предлогами: $y =$ «прстр», т.е. пространственные (*из, к, вдоль, вне, поверх* и др.); $y =$ «вр», т.е. временное (*через, по, во время* и др.); $y =$ «прич», т.е. причинное (*в силу, ввиду, благодаря* и др.); $y =$ «цел», т.е. целевое (*для, за, по* и др.); $y =$ «объек», т.е. объективное (*про, относительно, по* и др.).

2.10. Союз

1. $Con_1(x, y)$ — морфологическое строение союзов: $y =$ «непр», если x — непроизводный (первообразный) союз (*а, но, и* и др.); $y =$ «пр», если x — производный союз. Производные союзы делятся на

а) $Con_1^1(x)$ — простые (*что, как* и др.);

б) $Con_1^2(x)$ — составные (*потому что, после того как* и др.);

$(\forall x) \left(Con_1(x, np) \leftrightarrow \left(\left(Con_1^1(x) \& \neg Con_1^2(x) \right) \vee \left(Con_1^2(x) \& \neg Con_1^1(x) \right) \right) \right)$ — про-

изводный союз \leftrightarrow он принадлежит одной из групп: а) или б). Эта формула может быть записана в эквивалентном виде с импликацией в правой части.

2. $Con_2(x, y)$ — с точки зрения структуры выделяются союзы: $y =$ «один», т.е. x — одиночный союз (*и, что, будто* и др.); $y =$ «повт», т.е. x — повторяющийся союз (*и—и, ни—ни* и др.); $y =$ «парн», т.е. x — двойной (парный) союз (*если—то, насколько—настолько* и др.).

3. $Con_3(x, y)$ — синтаксические функции союзов: $y =$ «соч», если x — сочинительный союз, $y =$ «пдч», если x — подчинительный союз.

Сочинительные союзы делятся на

а) $Con_3^1(x, y)$ — соединительные (*и—и, да* и др.);

б) $Con_3^2(x, y)$ — разделительные (*либо, то—то* и др.);

в) $Con_3^3(x, y)$ — противительные (*но, зато, однако* и др.).

$(\forall x) \left(Con_3(x, соч) \leftrightarrow \bigg\&_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^3 \left(\neg \left(Con_3^i(x) \rightarrow Con_3^j(x) \right) \vee \neg \left(Con_3^j(x) \rightarrow Con_3^i(x) \right) \right) \right)$ — со-

чинительные союзы — союзы, принадлежащее одной из групп а)—в).

Эквивалентная запись этой формулы:

$(\forall x) \left(Con_3(x, соч) \leftrightarrow \bigg\&_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^3 \left(\left(Con_3^i(x) \& \neg Con_3^j(x) \right) \vee \left(Con_3^j(x) \& \neg Con_3^i(x) \right) \right) \right)$.

Подчинительные союзы делятся на

а) $Con_3^4(x, y)$ — временные (*когда, пока* и др.);

б) $Con_3^5(x, y)$ — сравнительные (*как, будто, словно* и др.);

в) $Con_3^6(x, y)$ — целевые (*чтобы, дабы* и др.);

г) $Con_3^7(x, y)$ — уступительные (*хотя, несмотря на то что* и др.).

$$(\forall x) \left(Con_3(x, \text{пдч}) \leftrightarrow \big\&_{\substack{i=4 \\ i \neq j}}^7 \left(\neg \left(Con_3^i(x) \rightarrow Con_3^j(x) \right) \vee \neg \left(Con_3^j(x) \rightarrow Con_3^i(x) \right) \right) \right) —$$

подчинительные союзы — союзы, принадлежащее одной из групп а)—г).

Эквивалентная запись этой формулы:

$$(\forall x) \left(Con_3(x, \text{пдч}) \leftrightarrow \big\&_{\substack{i=4 \\ i \neq j}}^7 \left(\left(Con_3^i(x) \& \neg Con_3^j(x) \right) \vee \left(Con_3^j(x) \& \neg Con_3^i(x) \right) \right) \right).$$

2.11. Частица

1. $PartL_1(x, y)$ — разряды частиц по значению: $y =$ «смысл», если частица выражает смысловые оттенки значений; $y =$ «эмоц», если частица вносит эмоционально-экспрессивный оттенок (*ведь, ну и, то—то* и др.); $y =$ «мод», если x — модальная частица; $y =$ «слобр», если x — словообразующая частица (*-то, -ка* и др.) или формообразующая частица (*бы (б), да, пусть, пускай* и др.).

Частицы, выражающие смысловые оттенки значений делятся на

а) $PartL_1^1(x)$ — указательные (*вот, это, во* и др.);

б) $PartL_1^2(x)$ — определительные, т.е. служат для уточнения смысла (*именно, как раз, почти, просто* и др.);

в) $PartL_1^3(x)$ — выделительно-ограничительные (*всё, исключительно, разве лишь, только* и др.);

г) $PartL_1^4(x)$ — усилительные (*уже, ещё, даже* и др.).

$$(\forall x) \left(PartL_1(x, \text{смысл}) \leftrightarrow \big\&_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^4 \left(\neg \left(PartL_1^i(x) \rightarrow PartL_1^j(x) \right) \vee \neg \left(PartL_1^j(x) \rightarrow PartL_1^i(x) \right) \right) \right) —$$

смысловые частицы — частицы, принадлежащие одной из групп а)—г).

Эквивалентная запись этой формулы:

$$(\forall x) \left(PartL_1(x, \text{смысл}) \leftrightarrow \bigotimes_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^4 \left((PartL_1^i(x) \& \neg PartL_1^j(x)) \vee (PartL_1^j(x) \& \neg PartL_1^i(x)) \right) \right).$$

Модальные частицы делятся на

а) $PartL_1^5(x)$ — модально-волевые (*ну, дай, пусть* и др.);

б) $PartL_1^6(x)$ — утвердительные (*да, точно* и др.);

в) $PartL_1^7(x)$ — вопросительные (*ли, а, неужели* и др.);

г) $PartL_1^8(x)$ — отрицательные (*не, ни, нет*);

д) $PartL_1^9(x)$ — частицы, служащие для передачи и оценки чужой речи (*мол, дескать* и др.).

$$(\forall x) \left(PartL_1(x, \text{мод}) \leftrightarrow \bigotimes_{\substack{i=5 \\ i \neq j}}^9 \left(\neg (PartL_1^i(x) \rightarrow PartL_1^j(x)) \vee \neg (PartL_1^j(x) \rightarrow PartL_1^i(x)) \right) \right) \quad —$$

модальные частицы — частицы, принадлежащее одной из групп а)—д).

Эквивалентная запись этой формулы:

$$(\forall x) \left(PartL_1(x, \text{мод}) \leftrightarrow \bigotimes_{\substack{i=5 \\ i \neq j}}^9 \left((PartL_1^i(x) \& \neg PartL_1^j(x)) \vee (PartL_1^j(x) \& \neg PartL_1^i(x)) \right) \right)$$

Ясно, что формула $\bigotimes_{i \neq j} \left((P_i \& \neg P_j) \vee (P_j \& \neg P_i) \right)$ эквивалентна каждой из следующих формул:

$$\bigotimes_{i \neq j} \left(\neg (P_i \rightarrow P_j) \vee \neg (P_j \rightarrow P_i) \right),$$

$$\bigotimes_{i \neq j} \left((P_i \rightarrow P_j) \& (P_j \rightarrow P_i) \right),$$

$$\neg \bigvee_{i \neq j} \left((P_i \rightarrow P_j) \& (P_j \rightarrow P_i) \right).$$

Это можно доказать, применяя правила:

$$\begin{aligned} A \rightarrow B &\equiv \neg A \vee B, \\ \neg(A \& B) &\equiv \neg A \vee \neg B, \\ \neg(A \vee B) &\equiv \neg A \& \neg B. \end{aligned}$$

Чтобы некоторые формулы записывались короче, можно ввести следующее обозначение. Пусть некоторая часть речи

$$S \in \{N, Adj, Num, ProN, V, PartP, VA, Adv, Prep, Con, PartL\},$$

т.е. совокупность слов; причём это множество слов по определённому признаку разбивается на непересекающиеся множества, на которых истинны предикаты M_1, \dots, M_l . И пусть φ — произвольная формула узкого исчисления предикатов. Пусть истинна формула

$$(M_2 \rightarrow \varphi) \& ((M_1 \vee M_3 \vee M_4 \vee \dots \vee M_l) \rightarrow \neg \varphi).$$

Тогда в общем случае определим

$$\Phi [i, S, \varphi] \stackrel{df}{=} \left((M_i \rightarrow \varphi) \& \left(\bigvee_{j=1, j \neq i}^l M_j \rightarrow \neg \varphi \right) \right).$$

Для формулы, приведенной выше, имеем $i = 2$. В частном случае (при $i = 1$) для краткости будем писать $\Phi [S, \varphi]$.

Например, если положим

$$M_1 = Adj_1(x, кач), M_2 = Adj_1(x, отнс), M_3 = Adj_1(x, npum), S = Adj$$

и возьмём $\varphi = (Adj_{10}(x, полн) \vee Adj_{10}(x, кр))$, то краткая запись будет $\Phi [S, \varphi]$.

3. СИНТАКСИЧЕСКИЕ ПРЕДИКАТЫ

Определим одноместные предикаты членов предложения: $P_{sub}(x)$, где x — подлежащее; $P_{pred}(x)$, где x — сказуемое; $P_{attr}(x)$, где x — определение; $P_{obj}(x)$, где x — дополнение; $P_{adv}(x)$, где x — обстоятельство.

Ещё введём двуместные предикаты членов предложения: $P_{sub}(x, y)$, x — подлежащее; $P_{pred}(x, y)$, x — сказуемое; $P_{attr}(x, y)$, x — определение; $P_{obj}(x, y)$, x — дополнение; $P_{adv}(x, y)$, x — обстоятельство; где y играет роль определяемого (поясняемого) слова или словосочетания (т.е. слова или словосочетания, от которого задаётся вопрос к тому или иному члену предложения).

Для обозначения однородных членов предложения (т.е. тех членов предложения, которые относятся к одному слову и отвечают на один и тот же вопрос) введём предикаты $P_{homo}(x_1, \dots, x_n)$, где x_1, \dots, x_n — однородные члены и $P_{homo}(x_1, \dots, x_n, y)$, при этом y — слово или словосочетание, к которому относятся x_1, \dots, x_n .

Пусть у нас есть предикат $Sent_{com}(x_1, \dots, x_n)$ для определения сложного предложения с союзами x_1, \dots, x_n . Условимся, что составные части этого сложного предложения (главные и придаточные) начинаются с союза. Если предложение бессоюзное, то вместо x_i пишем «0».

Если истинен предикат $Con_2(x, повт)$ или $Con_2(x, парн)$, т.е. $x = x_1 + x_2$ — повторяющийся или парный союз соответственно (например, «не только ... но и»), составные части которого x_1 и x_2 , то будем считать, что определены предикаты $Con_2(x_1, повт)$ и $Con_2(x_2, повт)$ или $Con_2(x_1, парн)$ и $Con_2(x_2, парн)$. Так как с точки зрения синтаксиса составные части таких союзов не являются самостоятельными союзами, то подразумеваем, что последние два предиката введены чисто условно, для удобства в реализации программы.

На логическом уровне мы предполагаем, что выполняются

$$\forall x P_{sub}(x) \leftrightarrow \neg P_{pred}(x)$$

$$\forall x P_{sub}(x) \leftrightarrow \neg P_{obj}(x)$$

$$\forall x P_{sub}(x) \leftrightarrow \neg P_{attr}(x)$$

$$\forall x P_{sub}(x) \leftrightarrow \neg P_{adv}(x)$$

$$\begin{aligned} \forall x, y P_{sub}(x, y) &\leftrightarrow P_{pred}(y, x) & (*) \\ \forall x, y P_{sub}(x, y) &\leftrightarrow \neg P_{pred}(x, y) \\ \forall x, y P_{sub}(x, y) &\leftrightarrow \neg P_{obj}(x, y) & \text{и т.д.} \\ \forall x, y P_{sub}(x, y) &\leftrightarrow \neg P_{attr}(x, y) \\ \forall x, y P_{sub}(x, y) &\leftrightarrow \neg P_{adv}(x, y) \end{aligned}$$

Но для того, чтобы запрограммировать предикативное представление, мы не будем хранить эти данные как дополнительную информацию, т.е. будем считать, что эти требования выполняются по умолчанию.

Теперь можно записать формульное представление свойств этих предикатов, считая, что x, y — слова или словосочетания. Верхний индекс в скобках при Q — местность предиката, нижний индекс Q является показателем, от какого члена предложения задается вопрос.

1. Определяемое слово является подлежащим

а) $(\forall x, y) (Q_1^{(2)}(x, y) \leftrightarrow (P_{sub}(x, y) \& P_{sub}(x) \& P_{pred}(y)))$ — от подлежащего можно задать вопрос к сказуемому;

а') если к этой формуле применить (*), т.е. заменить $P_{sub}(x, y)$ на $P_{pred}(y, x)$, то формула останется верной:

$$(\forall x, y) (Q_1^{(2)}(x, y) \leftrightarrow (P_{pred}(y, x) \& P_{sub}(x) \& P_{pred}(y))) ;$$

б) $(\forall x, y) (Q_1^{(2)}(x, y) \leftrightarrow (P_{attr}(y, x) \& P_{sub}(x) \& P_{attr}(y)))$ — от подлежащего можно задать вопрос к определению;

в) $(\forall x, y) (Q_1^{(2)}(x, y) \leftrightarrow (P_{obj}(y, x) \& P_{sub}(x) \& P_{obj}(y)))$ — от подлежащего можно задать вопрос к дополнению.

2. Определяемое слово является сказуемым

а) $(\forall x, y) (Q_2^{(2)}(x, y) \leftrightarrow (P_{pred}(x, y) \& P_{pred}(x) \& P_{sub}(y)))$ — от сказуемого можно задать вопрос к подлежащему;

а') $(\forall x, y) (Q_2^{(2)}(x, y) \leftrightarrow (P_{sub}(y, x) \& P_{pred}(x) \& P_{sub}(y))) ;$

б) $(\forall x, y) (Q_2^{(2)}(x, y) \leftrightarrow (P_{obj}(y, x) \& P_{pred}(x) \& P_{obj}(y)))$ — от сказуемого можно задать вопрос к дополнению;

в) $(\forall x, y) \left(Q_2^{(2)}(x, y) \leftrightarrow (P_{adv}(y, x) \& P_{pred}(x) \& P_{adv}(y)) \right)$ — от сказуемого можно задать вопрос к обстоятельству;

г) $(\forall x, y) \left(Q_2^{(2)}(x, y) \leftrightarrow (P_{attr}(y, x) \& P_{pred}(x) \& P_{attr}(y)) \right)$ — от сказуемого можно задать вопрос к определению.

3. Определяемое слово является дополнением

а) $(\forall x, y) \left(Q_3^{(2)}(x, y) \leftrightarrow (P_{attr}(y, x) \& P_{obj}(x) \& P_{attr}(y)) \right)$ — от дополнения можно задать вопрос к определению;

б) $(\forall x, y) \left(Q_3^{(2)}(x, y) \leftrightarrow (P_{obj}(y, x) \& P_{obj}(x) \& P_{obj}(y)) \right)$ — от дополнения можно задать вопрос к дополнению.

4. Определяемое слово является обстоятельством

а) $(\forall x, y) \left(Q_4^{(2)}(x, y) \leftrightarrow (P_{obj}(y, x) \& P_{adv}(x) \& P_{obj}(y)) \right)$ — от обстоятельства можно задать вопрос к дополнению;

б) $(\forall x, y) \left(Q_4^{(2)}(x, y) \leftrightarrow (P_{attr}(y, x) \& P_{adv}(x) \& P_{attr}(y)) \right)$ — от обстоятельства можно задать вопрос к определению.

5. Определяемое слово является определением

а) $(\forall x, y) \left(Q_5^{(2)}(x, y) \leftrightarrow (P_{obj}(y, x) \& P_{attr}(x) \& P_{obj}(y)) \right)$ — от определения можно задать вопрос к дополнению.

Помимо двуместных предикатов можно ввести многоместные. Это возможно, если в предложении от одного члена предложения можно задать вопросы к нескольким одинаковым членам предложения, причём последние не должны являться однородными (т.е. должны отвечать на разные вопросы, либо характеризовать предмет или действие с разных сторон). Так как из основ синтаксиса известно, что в простом предложении не может быть несколько неоднородных подлежащих и сказуемых, то для реализации этого случая остаются предложения с неоднородными дополнениями, определениями и обстоятельствами. Например, для следующего предложения истинна формула с трёхместным предикатом: *Купить машину нам не по средствам.*

$(\forall x, y_1, y_2)$

$$\left(Q_2^{(3)}(x, y_1, y_2) \leftrightarrow \left(P_{obj}(y_1, x) \& P_{obj}(y_2, x) \& P_{pred}(x) \& P_{obj}(y_1) \& P_{obj}(y_2) \right) \right),$$

если положить x = «купить», y_1 = «машину», y_2 = «нам».

В общем виде формулы для n неоднородных членов предложения записываются следующим образом:

$$\left(\forall x, y_1, \dots, y_n \right) \left(Q_1^{(n+1)}(x, y_1, \dots, y_n) \leftrightarrow \left(\&_{i=1}^n P_{attr}(y_i, x) \& P_{sub}(x) \& \&_{i=1}^n P_{attr}(y_i) \right) \right) \quad \text{—}$$

неоднородные определения при подлежащем.

$$\left(\forall x, y_1, \dots, y_n \right) \left(Q_1^{(n+1)}(x, y_1, \dots, y_n) \leftrightarrow \left(\&_{i=1}^n P_{obj}(y_i, x) \& P_{sub}(x) \& \&_{i=1}^n P_{obj}(y_i) \right) \right) \quad \text{—}$$

неоднородные дополнения при подлежащем.

$$\left(\forall x, y_1, \dots, y_n \right) \left(Q_2^{(n+1)}(x, y_1, \dots, y_n) \leftrightarrow \left(\&_{i=1}^n P_{obj}(y_i, x) \& P_{pred}(x) \& \&_{i=1}^n P_{obj}(y_i) \right) \right) \quad \text{—}$$

неоднородные дополнения при сказуемом.

$$\left(\forall x, y_1, \dots, y_n \right) \left(Q_2^{(n+1)}(x, y_1, \dots, y_n) \leftrightarrow \left(\&_{i=1}^n P_{adv}(y_i, x) \& P_{pred}(x) \& \&_{i=1}^n P_{adv}(y_i) \right) \right) \quad \text{—}$$

неоднородные обстоятельства при сказуемом.

$$\left(\forall x, y_1, \dots, y_n \right) \left(Q_3^{(n+1)}(x, y_1, \dots, y_n) \leftrightarrow \left(\&_{i=1}^n P_{attr}(y_i, x) \& P_{obj}(x) \& \&_{i=1}^n P_{attr}(y_i) \right) \right) \quad \text{—}$$

неоднородные определения при дополнении.

$$\left(\forall x, y_1, \dots, y_n \right) \left(Q_4^{(n+1)}(x, y_1, \dots, y_n) \leftrightarrow \left(\&_{i=1}^n P_{attr}(y_i, x) \& P_{adv}(x) \& \&_{i=1}^n P_{attr}(y_i) \right) \right) \quad \text{—}$$

неоднородные определения при обстоятельстве.

Проиллюстрируем на примерах, как определяются предикаты.

Например, для предложения типа «Существительное (в ИП) + Глагол (его спрягаемая форма)»: *Грачи прилетели*.

Представление в виде предикатов будет: $P_{sub}(грачи)$, $P_{pred}(прилетели)$, $P_{sub}(грачи, прилетели)$, $P_{pred}(прилетели, грачи)$; и есть формульное представление предикатов 1. а), а') — если положить x = «грачи», y = «прилетели»; 2. а), а') — если положить x = «прилетели», y = «грачи».

Или еще один пример предложения типа «Глагол (инфинитив) + Глагол-связка «быть» (его спрягаемая форма) + Существительное (в беспредложной или предложной форме любого косвенного падежа, которая способна сочетаться с глаголом-связкой «быть») или Наречие (способное сочетаться с глаголом-связкой «быть»)»: *Купить машину нам не по средствам.*

Представление в виде предикатов:

P_{pred} (купить), P_{obj} (машину), P_{obj} (нам), P_{adv} (не по средствам),

P_{obj} (машину, купить), P_{obj} (нам, купить), P_{adv} (не по средствам, купить);

формульное представление предикатов 2. б) — если положить x = «купить», y = «машину» или y = «нам», 2. в) — если положить x = «купить», y = «не по средствам».

Для написания программы и просто для наглядности информацию о взаимосвязи между предикатами удобно представить в виде таблиц.

Таблица 1

«От 1 можно задать вопрос к 2»¹

1	2
подлежащее	сказуемое
	определение
	дополнение
сказуемое	подлежащее
	дополнение
	обстоятельство
	определение
дополнение	определение
	дополнение
обстоятельство	дополнение
	определение
определение	дополнение

¹ Под словами «можно задать вопрос» подразумевается, что между словами 1 и 2 есть односторонняя связь. (Эта таблица является более наглядным представлением формул, введенных на с. 2—3.)

Таблица 2

«1 может быть выражено посредством 2»

1	2
подлежащее	существительное в ИП
	глагол (инфинитив)
	прилагательное
	причастие
	числительное
	наречие
	союзы, частицы (если они в кавычках)
	словосочетание: а) сущ./мест. в ИП + сущ./мест. в ТП б) числ./сущ. в ИП + сущ. в РП в) числ./прил. + «из» + сущ./прил./числ. в РП
сказуемое	глагол (в любой форме)
	вспомогательный глагол ² + глагол (инфинитив)
	а) связка ³ /– + сущ. в РП без предлога, ИП, ТП, в ост. падежах с предлогом и без б) связка/– + прил. в краткой форме в) связка/– + прил. в полной форме в ИП, ТП г) связка/– + прил. в сравнительной и превосходной степени д) связка/– + прил. в полной форме + зависимые слова (т.е. слова, к которым можно задать вопрос от этого прил.) е) прил. в краткой форме + глагол (инфинитив) ж) связка/– + причастие в полной и краткой форме з) связка/– + наречие и) связка/– + числительное к) связка/– + числ. в ИП + сущ. в РП

² — [6] с. 419.

³ — [6] с. 421.

определение	прилагательное
	причастие
	причастный оборот
	сущ./ местоим. в РП и ТП без предлога, в остальных падежах (кроме ИП) с предлогом
	глагол (инфинитив)
	неделимое сочетание слов: прил. + сущ.
обстоятельство	наречие
	деепричастие
	деепричастный оборот
	глагол (инфинитив, который относится к личной форме глагола/прич./деепр.)
	словосочетания: а) сущ./ мест. + сущ. б) наречие + сущ.
	сущ. в любом падеже (кроме ИП) с предлогом и без, которое относится к личной форме глагола/прич./деепр.; часто в сочетании с согласованным в роде, числе и ТП определением без предлога; в сочетании с <i>несмотря на, навзирая на, в случае</i>
дополнение	сущ./мест. в РП и ВП без предлога — прямое дополнение;
	сущ./мест. в ВП с предлогами <i>в, за, на, о, под, про</i> ; РП, ДП и ТП без предлогов; РП с предлогами <i>из, от, с, у, для, до, без</i> , ДП с предлогом <i>к</i> , ТП с предлогами <i>за, с, над, перед</i> , ПП с предлогами <i>о, в, на</i> — косвенное дополнение;
	числ. в ИП + сущ. в РП
	причастие
	глагол (инфинитив)
	сущ./мест. + сущ./ мест./ числ.

Таблица 3

«Часть речи 1 может являться членом предложения 2»

1	2
существительное	подлежащее
	сказуемое
	дополнение
	обстоятельство
	определение
прилагательное	подлежащее
	сказуемое
	определение
числительное	подлежащее
	сказуемое
местоимение	подлежащее
	дополнение
	определение
глагол	подлежащее (инфинитив)
	сказуемое
	дополнение (инфинитив)
	обстоятельство (инфинитив)
	определение (инфинитив)
причастие	подлежащее
	сказуемое
	дополнение
	определение
деепричастие	обстоятельство
наречие	подлежащее (если в «»))
	сказуемое
	обстоятельство

4. ВАЛЕНТНОСТИ СЛОВА

4.1. Семантические валентности

Валентностями обладают слова, которые являются предикатами, т. е. те, которые задают ситуацию — это все глаголы, некоторые существительные

(отглагольные), прилагательные (обозначающие сравнение: больше, меньше, выше, ниже), некоторые предлоги и наречия.

Валентности слова бывают синтаксические и семантические. Семантические валентности определяются лексическим анализом ситуации, задаваемой этим словом. Приведём пример со словом *аренда* или *арендовать*. *А арендует С* значит, в первом приближении, что за какое-то вознаграждение *Д* лицо *А* приобретает у другого лица *В* право на эксплуатацию недвижимой собственности *С* в течении времени *Т*. Следовательно, существенными для ситуации аренды являются следующие «участники» или семантические актаны: субъект аренды (тот, кто арендует), первый объект аренды (то, что арендуют), контрагент (тот, у кого арендуют), второй объект (плата) и срок.

Эти актаны необходимы, так как устранение какого-либо из них изменяет смысл ситуации. Например, если убрать срок, то ситуация аренды трансформируется в ситуацию купли-продажи. С другой стороны, эти актаны достаточны, поскольку в ситуации аренды не требуется указание того, по какой причине, где, когда и с какой целью она осуществлялась. Хотя соответствующие словоформы грамматически присоединимы к глаголу *арендовать* [1].

В итоге, эта ситуация имеет 5 валентностей и формально записывается в виде предиката $P^{val}(y, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$, где x_1 — «кто», x_2 — «что», x_3 — «у кого», x_4 — «цена», x_5 — «срок».

В предложении могут быть определены актаны не для всех семантических валентностей, некоторые могут просто не упоминаться или вообще не иметь синтаксического выражения.

4.2. Синтаксические валентности

Синтаксические валентности — это те, которые представлены в тексте. Они определяются присоединяемыми к слову подлежащими и дополнениями и зависят от контекста.

Например, глагол *промахнуться* имеет 4 семантические валентности: кто (деятель), во что/по чему (мишень), из чего (оружие — факультативно) и чем (орган, средство). Но в большинстве контекстов синтаксически выражается лишь первая валентность. Например, нельзя сказать «*Он промахнулся в окно бутылкой*».

Возможны случаи, когда синтаксических валентностей у слова больше, чем семантических.

Для того чтобы не связывать с каждым глаголом (и другими словами) отдельный предикат, будем рассматривать предикат, размерность которого больше на 1: $P^{val}(y, x_1, x_2, \dots, x_n)$, при этом y будет само слово, а x_1, x_2, \dots, x_n — его валентности. Чтобы отличать синтаксические и семантические актанты можно использовать мультииндексы, чтобы указать, какие актанты заданы в тексте. Запись $P_{i_1 i_2 \dots i_k}^{val}(y, x_{i_1}, x_{i_2}, \dots, x_{i_k})$ означает, что заданы актанты i_1, i_2, \dots, i_k . В частности, если заданы все актанты, то получаем $P_{1 \dots n}^{val}(y, x_1, x_2, \dots, x_n)$. Некоторые варианты (наборов мультииндексов) могут быть недопустимы в языке. Если набор i_1, i_2, \dots, i_k допустим, то имеет место импликация:

$$\forall y \forall x_1 \dots \forall x_n (P_{1 \dots n}^{val}(y, x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow P_{i_1 i_2 \dots i_k}^{val}(y, x_{i_1}, x_{i_2}, \dots, x_{i_k})).$$

Более того, если имеется два набора допустимых мультииндексов $\langle i_1, i_2, \dots, i_k \rangle$ и $\langle i'_1, i'_2, \dots, i'_s \rangle$ таких, что $\langle i_1, i_2, \dots, i_k \rangle \supseteq \langle i'_1, i'_2, \dots, i'_s \rangle$, то имеет место аналогичная импликация:

$$\forall y \forall x_{i_1} \dots \forall x_{i_k} \forall x_{i'_1} \dots \forall x_{i'_s} (P_{i_1 \dots i_k}^{val}(y, x_{i_1}, x_{i_2}, \dots, x_{i_k}) \rightarrow P_{i_1 i_2 \dots i_s}^{val}(y, x_{i'_1}, x_{i'_2}, \dots, x_{i'_s})).$$

Имеются следующие факты из синтаксиса [6].

Составное глагольное сказуемое (СГС) состоит из вспомогательного глагола и инфинитива, т.е. содержательной (главной) части. Для составного глагольного сказуемого вспомогательными могут выступать глаголы со стр.15.

Составное именное сказуемое (СИС) состоит из связки и именной части, выраженной именем существительным, именем прилагательным, причастием, именем числительным, местоимением, наречием или междометием. Для составного именного сказуемого глаголы-связки могут быть глаголами (стр. 15–16).

Сложным называется такое сказуемое, которое состоит из трёх или более слов и соединяет в себе, как правило, признаки СГС и СИС.

При определении синтаксической валентности глагола в предложении мы имеем дело с тремя ситуациями.

Первая из них — когда в предложении глагол входит в состав простого глагольного или в СИС. Если сказуемые однородные, то определяем валентность только одного из них, валентности других будут такими же. Ва-

лентность и соответствующие актанты такого глагола легко определить по количеству вопросов, задаваемых от него.

Вторая ситуация — глагол входит в сложное сказуемое или в СГС. Часть (1) связана с подлежащим, а (2) имеет связь с остальными членами предложения. Иными словами, вспомогательный глагол имеет валентность, равную 1 (если предложение не безличное), а содержательная часть СГС имеет валентность, равную числу вопросов, задаваемых от сказуемого. В терминах синтаксических предикатов, которые были введены ранее, это означает, что валентность главной части СГС равна числу определённых в данном предложении предикатов, на втором месте у которых сказуемое, а на первом не подлежащее. В сложном сказуемом валентность вспомогательного глагола определяется, как в СГС, а число второстепенных членов предложения, связанных со сложным сказуемым, — есть валентность последнего из глаголов содержательной части.

Третья ситуация — глагол является второстепенным членом предложения. Здесь для определения валентности и актантов поступаем, как в первом случае. Просто в третьей ситуации валентность глагола очень редко будет превышать 1 (если вообще когда-нибудь будет превышать).

Значит, теперь мы можем составить таблицу актантов для каждого глагола в предложении и знаем валентности этих глаголов.

5. СТРУКТУРЫ, СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯМ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

Предложению на естественном языке сопоставим набор структур, состоящих из кортежей, которые в конечном итоге определяют набор предикатов.

Первоначально предикаты рассматриваем на синтаксическом уровне, т.е. как записи. В дальнейшем на основе полученных структур будут конструироваться модели, т.е. будет осуществлён переход на семантический уровень. Под предикатами в этом случае будем понимать подмножества в соответствующих декартовых степенях основных множеств моделей.

Так как вводные слова и вводные конструкции требуют отдельного, более глубокого анализа, то будем их исключать при построении структур. Т.е. будем считать, что в предложении нет вводных слов или вводных структур. Это нужно для того, чтобы не возникло путаницы в случае, когда вводное слово можно перепутать с какой-то частью речи. Например: *Гово-*

рят, тут жить можно («говорят» — вводное слово). Они говорят («говорят» — глагол).

Сначала рассмотрим структуры, которые могут быть в простых предложениях.

1. Структуры, соответствующие глаголам.

1.1. Во-первых, рассмотрим наиболее простой случай. Будем считать, что в предложении встречается только один глагол. Допустим также, что присутствуют несколько существительных в различных падежах, но в каждом падеже имеется не более одного существительного. Для простоты положим, что предлоги отсутствуют. Такому предложению может быть сопоставлена структура, показанная ниже.

V	NounNom	NounGen	NounDat	NounAcc	NounInstr	NounPrep
---	---------	---------	---------	---------	-----------	----------

где

V — глагол;

NounNom (от англ. nominative) — существительное в именительном падеже, если имеется;

NounGen (от англ. genitive) — существительное в родительном падеже, если имеется;

NounDat (от англ. dative) — существительное в дательном падеже, если имеется;

NounAcc (от англ. accusative) — существительное в винительном падеже, если имеется;

NounInstr (от англ. instrumental) — существительное в творительном падеже, если имеется;

NounPrep (от англ. prepositional) — существительное в предложном падеже, если имеется.

В случае, когда существительное в данном падеже в предложении отсутствует, соответствующая позиция структуры может быть заполнена некоторой вспомогательной информацией.

Например, можно ввести специальные константы:

Some — существительное в данном падеже отсутствует, но в принципе оно может присутствовать. Т.е. если говорить в терминах валентностей, то это означает, что глагол имеет высокую валентность, но данный актант не заполнен в данном предложении;

Empty — существительное в данном падеже отсутствует, и ничего в принципе не может быть дополнено, иначе говоря, глагол не согласуется с существительным в данном падеже;

Unknown — существительное в данном падеже отсутствует, и не известно (точнее, мы не знаем в данный момент), можно ли согласовать соответствующее существительное.

Структуре, описанной выше, естественным образом соответствует предикат вида $P(v, n_1, \dots, n_6)$. Где v — имя глагола; n_1, \dots, n_6 — существительные. Предикат шестиместный, так как в русском языке имеется шесть падежей.

1.2. Теперь предположим, что в предложении могут быть несколько существительных в одном и том же падеже. Простейшая структура получается, если в позиции, соответствующей падежу, размещать список существительных.

В этом случае можно считать, что предикат, который будет сопоставляться структуре, имеет вид $P(v, n_{11}, \dots, n_{1k}; n_{21}, \dots, n_{2k}; \dots; n_{61}, \dots, n_{6k})$, где k — фиксированное число.

Сначала перечисляем все существительные в именительном падеже, потом — в родительном и т.д. Здесь k — верхняя граница количества существительных в одной падежной форме. По-видимому, достаточно положить $k = 4$.

1.3. Допустим, что в предложении есть предлоги. В первую очередь надо определить для каждого предлога, к какому существительному он относится.

Наиболее простой случай, когда предлог стоит непосредственно рядом с существительным или разделён с ним одним или несколькими прилагательными. Тогда в структуре просто добавляются предлоги.

Если в итоге предлоги и существительные соотнесены друг с другом, то возникает предикат типа

$$P(v, prep_{11}, n_{11}, \dots, prep_{1k}, n_{1k}; \dots; prep_{61}, n_{61}, \dots, prep_{6k}, n_{6k}),$$

где $prep_{ij}$ — предлоги. Если предлог отсутствует, то этот факт фиксируем с помощью некоторой константы, например, Nil. В частности, при существительном в именительном падеже предлог отсутствует.

Более сложная ситуация возникает, если предлог отдалён от существительного посредством «распространённого определения». В этом случае рассматривается вопрос о согласовании предлога с существительными в том или ином падеже. Если же всё-таки не удастся установить связь предлога с существительным, то можно прибегнуть к частотной совместимости слов.

1.4. Есть некоторые глаголы, которые сочетаются с существительными только с определённым предлогом. Для таких застывших форм «глагол + предлог» структура приобретает вид

V + Prep	NounNom	NounGen	NounDat	NounAcc	NounInstr	NounPrep
----------	---------	---------	---------	---------	-----------	----------

Здесь существительные в любом падеже стоят уже без предлогов. Иными словами, появится предикат $P_{prep}(v, n_{11}, \dots, n_{1k}; \dots; n_{61}, \dots, n_{6k})$. Ясно, что n_{11}, \dots, n_{1k} — существительные в именительном падеже — отсутствуют.

1.5. Пусть в предложении встречаются два или более глаголов, идущие последовательно друг за другом. Тогда можно выделить несколько случаев.

А. Если глаголы записаны через запятую или два из них соединены союзом «и», причём они совпадают по форме (стоят в одинаковой спрягаемой форме или являются инфинитивами), времени, числу и лицу (если это можно определить), то эти глаголы являются однородными членами предложения, т.е. предложение рассматривается простое. Поэтому достаточно рассмотреть структуру ранее указанного вида, соответствующую одному из таких глаголов, а для остальных глаголов будет то же самое.

В этом случае, кроме того, может возникнуть ситуация, когда после запятых есть повторяющиеся союзы (*и... и...; или... или...* и т.д.). Тогда глаголы, являясь однородными членами предложения, вновь будут сопоставлены одинаковым структурам.

Б. Будем пока считать, что в простом предложении последовательно встречаются только два глагола. Пусть Inf — инфинитив глагола. V, как и ранее, обозначает вообще наличие глагола, т.е. при употреблении этого обозначения подчёркивается, что нам не существенно, в какой форме стоит глагол: в личной или в форме инфинитива. Теперь все возможные ситуации сочетаемости глагола с глаголом дают нам новые структуры вида

V	Inf	VRef	Inf
---	-----	------	-----

где VRef означает, что глагол является возвратным, т.е. для этого глагола в предикате возвратности переменная *ref* принимает значение, равное нулю. Предикаты, соответствующие этим структурам, имеют вид $P(VInf, Inf)$ и $P(VInfRef, Inf)$.

В. Если в предложении подряд идут несколько глаголов, то структуры в предыдущем пункте можно продолжить за счёт добавления нужного числа инфинитивов.

1.6. Если в предложении есть глагол и наречие (обозначим его AdV — от англ. adverb), относящееся к этому глаголу, то структура будет иметь вид:

V	AdV
---	-----

Тогда имеем предикат $P(v, adv)$.

Примечание. Так как правила склонения для существительных и местоимений-существительных (*я, они, себя* и т.д.) одинаковые, то во всех структурах существительные могут быть заменены местоимениями-существительными.

2. Структуры, соответствующие прилагательным.

2.1. Пусть сначала в предложении есть полные прилагательные, и нет прилагательных в краткой форме, в сравнительной или превосходной степенях. Рассмотрим самый простой случай, когда в предложении одно существительное и прилагательное, которое с ним согласовано, и стоят они рядом. К тому же, так как известно, что род, число, падеж полного прилагательного определяются родом, числом и падежом относящегося к нему существительного, то структуру таких предложений можно представить в виде

Adj	N
-----	---

где Adj (от англ. adjective) — прилагательное, N — существительное; род, число, падеж существительного и прилагательного совпадают. Поэтому получаем предикат вида $P(adj, n)$.

2.2. Для краткой формы прилагательного определить, к какому существительному оно относится, можно по роду и числу. Структура и соответствующий ей предикат при этом остаются без изменений.

2.3. Структура, соответствующая простой форме сравнительной степени прилагательного, имеет следующий вид

Compar	N	NounGen
--------	---	---------

где Compar (от англ. comparative) — прилагательное в простой форме сравнительной степени; N (от англ. noun) — существительное в любом падеже.

Этой структуре соответствует предикат $P(compar, n_1, n_2)$.

В случае, когда существительное в данном падеже отсутствует, соответствующая позиция структуры может быть заполнена специальной константой Nothing.

2.4. Идущие подряд прилагательные (в полной, краткой форме или в форме сравнительной степени) обозначают признак одного предмета, поэтому относятся к одному и тому же существительному и совпадают с ним по роду, числу и падежу (если соответствующие морфологические признаки имеют место).

В частности, к этому случаю можно отнести структуру, соответствующую сложной форме превосходной степени прилагательного п.а), а точнее её часть без существительного в родительном падеже с предлогом. В этой структуре «самый» и AdjC — два идущих подряд прилагательных, которые относятся к одному существительному Noun.

2.5. В предложениях естественного языка может встречаться согласование прилагательного и наречия. Поэтому необходимо рассматривать структуру вида

Adj	Adv
-----	-----

и соответствующий ей предикат $P(adj, adv)$.

Примечание: Во всех структурах вместо существительных могут стоять местоимения-существительные, а вместо прилагательных — местоимения-прилагательные (*ваш, который, мой, самый, какой-то* и т.д.).

3. Структуры, соответствующие существительным.

3.1. В простом предложении могут стоять подряд два существительных, тогда структура будет иметь следующий вид

N	N
---	---

Предикат здесь будет иметь вид $P(n_1, n_2)$.

3.2. В предложении существительное может согласовываться с наречием. В этом случае имеется структура

N	Adv
---	-----

и предикат $P(n, adv)$.

Остальные структуры, соответствующие существительным, есть суть одно и то же, что структуры, соответствующие глаголу (кроме случаев 1.5, 1.6) и прилагательному (кроме случая 2.6).

В общем виде проделанное можно изобразить на схеме

		предикат_1.1
	структура_1 ↔	...
предложение ↔ ...		предикат_1.k

	...	предикат_q.1
	структура_q ↔	...
		предикат_q.k

Предикаты здесь можно брать как определенные только что описанным способом, так и определенные другими способами в разд. 1 и 2.

6. СОПОСТАВЛЕНИЕ ТЕКСТА И ПОТОКОВ

6.1. Формирование потоков

На вход поступает текст, т.е. упорядоченный набор предложений $p_1 p_2 \dots p_N$. На выходе формируется несколько потоков:

$$S_1 = \langle s_{11}, s_{12}, \dots, s_{1m_1}, \dots \rangle$$

.....

$$S_k = \langle s_{k1}, s_{k2}, \dots, s_{km_k}, \dots \rangle$$

Простейший вспомогательный поток состоит из упорядоченных пар $\langle 1, p_1, 2, p_2, \dots, N, p_N \rangle$, где первая компонента — номер предложения, а вторая — само предложение.

Информацию о словообразовании можно поместить в потоки вида $\langle h, k_1, L_1, k_2, L_2, \dots \rangle$, где h — заголовок потока, например, конкретный суффикс; k_i — номер предложения, где встретилось слово с данным суффиксом (т.е. k_i — номера не всех предложений, а только тех, в которых встречаются эти слова); L_i — список слов с данным суффиксом, содержащихся в данном предложении. Иногда удобнее в поток записывать не сами объекты, а указатели на них, т.е. адреса, где находятся объекты (предложения или слова из предложений). В частности, могут быть указатели на объекты в других потоках, а не в исходном тексте.

С лексическими функциями тоже могут быть ассоциированы потоки, аналогичные потокам, содержащим информацию о словообразовании.

Сопоставленные исходному тексту конечные модели, которые будут в какой-то мере отражать смысловую структуру текста, будем также формировать в виде потоков.

6.2. Формирование основных множеств моделей

Выделяем, например, все существительные из предложений и записываем их в поток: $\langle 1, n_1^1, \dots, n_{l_1}^1; 2, n_1^2, \dots, n_{l_2}^2; \dots \rangle$, где последовательно записываются номера предложений и списки существительных, входящих в данное предложение (l_i — длина списка). Причём номер предложения, в котором нет существительных, может быть пропущен.

С точки зрения программиста, проще работать с потоком, описанным выше. Но с математической точки зрения удобнее будет рассматривать поток, состоящий из пар

$$\langle \langle 1, n_1^1 \rangle, \dots, \langle 1, n_{l_1}^1 \rangle, \langle 2, n_1^2 \rangle, \dots, \langle 2, n_{l_2}^2 \rangle, \dots \rangle.$$

Обозначим через $C = \{ \langle t, n_j^t \rangle \mid t = \overline{1, N}, j = \overline{1, l_t} \}$ — множество всех пар, встречающихся в потоке. Основными множествами моделей будут множества вида C_0 / \sim , где $C_0 \subseteq C$, \sim — некоторое отношение эквивалентности.

Отношения эквивалентности будут возникать примерно так же, как в конструкции Генцена при доказательстве теоремы о существовании модели [4]. Пары вида $\langle t, c_j^t \rangle$ ($t = \overline{1, \dots, N}$) могут рассматриваться как константы и в зависимости от высказываний об этих константах, некоторые из них мы объявляем эквивалентными.

Аналогично, воспользовавшись полученным потоком, можно будет применить теорему об опускании типов [4] и также в результате получить некоторые модели.

Отметим, что в процессе применения конструкции Генцена на каждом этапе необходимо проверять непротиворечивость соответствующих теорий. При компьютерной обработке текста на естественном языке может быть использована только частичная проверка на непротиворечивость. Например, проверяем, что отношения типа «над» или «под» действительно являются транзитивными; если про какой-то предмет сказано, что он белого цвета, то про него не сказано, что он одновременно черного цвета и т.д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Большой интерес с лингвистической точки зрения представляют собой различные модели смысла текста, и более широко — различные подходы к отображению семантики текстов на естественном языке. Поэтому была предпринята попытка исследовать смысл текста, исходя из предварительного структурного разбора этого текста.

В рамках реализуемого проекта предполагалось разработать разнообразные алгоритмы сопоставления предикатов и формул узкого исчисления предикатов для текстов на естественном языке, которые в дальнейшем могут быть подвергнуты изучению и различным преобразованиям средствами математической логики.

В данной работе предложен большой спектр таких предикатов и формул логики первого порядка. Отметим, однако, что пока предложенные предикаты и формулы в первую очередь связаны с грамматической и синтаксической структурой предложений.

Это означает, что несмотря на необходимость данного этапа работы, надо отметить, что пока в полученных формулах недостаточно отражена семантическая структура текста, и необходимо дальнейшее продолжение исследований.

Заметим также, что на данном, по нашему мнению, более простом, этапе был использован большой объем фактической информации из классической и математической лингвистики и математической логики, что говорит о сложности проблемы в целом.

Было разработано также техническое задание, не вошедшее в текст статьи, на разработку системы разнообразного статистического анализа текстов, которое передано программисту высокой квалификации для реализации.

В настоящее время система уже реализована. В качестве данных для исследования были взяты тексты из художественной литературы и из словарных статей толкового словаря, предложения из устной речи, имеющие различное строение.

Для анализа предложений и текстов система использует функции программы Dialing синтаксического и морфологического разбора [7]. С её помощью может быть осуществлён поиск нужного слова в тексте или предложении, вычислена частота встречаемости этого слова, определена лексическая сочетаемость, возможен поиск предложения с заданной структурой по всему тексту, а также определение валентности слова и нахождение его актантов. Эта программа позволяет производить параллельно синтаксический

и морфологический разбор, что является существенным при обработке текстов не только на синтаксическом, но и на семантическом уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Мельчук И.А.** Опыт теории лингвистических моделей типа «Смысл \leftrightarrow Текст». — М., 1974. — 315 с.
2. **Апресян Ю.Д.** Экспериментальное исследование семантики русского глагола. — М.: Наука, 1967. — 251 с.
3. **Маркус С.** Теоретико-множественные модели языков. — М.: Наука, 1970. — 332 с.
4. **Сакс Дж. Е.** Теория насыщенных моделей. — М.: Мир, 1976. — 192 с.
5. **Современный русский язык:** Учеб. для филол. спец. высших учебных заведений / Под ред. В.А. Белошапковой. — М.: Азбуковник, 1997. — 928 с.
6. **Современный русский язык:** Учеб. для филол. спец. высших учебных заведений / Под ред. Д.Э. Розенталя. — М.: Изд. МГУ, 1971. — 636 с.
7. **Сокирко А.В.** Семантические словари в автоматической обработке текста // Канд. дисс., МГПИИЯ. — Москва, 2000. — 108 с.