УДК 519.7

Н. А. ЯКИМОВА

ПРОСТОЕ СЛОВОСОЧЕТАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА КАК ФОРМУЛА ЛОГИЧЕСКОЙ АЛГЕБРЫ

Проанализируем возможность представления любого словосочетания естественного языка независимо от типа связи слов в виде формулы логической алгебры. Рассмотрим предложение с точки зрения логической алгебры [1]. Возьмем в качестве примера объект "цветок", обладающий качеством "синий". Пусть объекту "цветок" соответствует некоторый вектор l логического пространства L, а качеству "синий" – логический скаляр α. Тогда синтагме "синий цветок" соответствует произведение вектора l на скаляр α, т. е. эта синтагма реализуется выражением αl. Проверим выполнение аксиом логической алгебры для выбранного пространства векторов и выбранного скалярного поля. В данном примере в качестве пространства векторов выступает множество всех объектов, а роль поля логических скаляров играет множество всех качеств объектов. На множестве векторов заданы булевы операции отрицания, дизъюнкции и конъюнкции. Тогда "не цветок" = "цветок" = l. Пусть объекту "платок" соответствует некоторый вектор $g \in L$. Тогда "цветок или платок" = "цветок" $\vee$ "платок" = $l \vee g$, а "цветок и платок" = "цветок" $\wedge$ "платок" = $l \wedge g$.

На множестве элементов скалярного поля заданы те же булевы операции. Тогда "не синий" = "синий" = α. Пусть качеству "большой" соответствует логический скаляр β. Тогда "синий или большой" = "синий" $\vee$ "большой" = $\alpha \vee \beta$, а "синий и большой" = "синий" $\wedge$ "большой" = $\alpha \wedge \beta$. Очевидно, что заданные таким образом операции дизъюнкции, конъюнкции и отрицания объектов и качеств удовлетворяют всем аксиомам логического поля. Союз "или" рассматривается как имя операции дизъюнкции объектов или свойств, союз "и" – как имя операции их конъюнкции, а частица "не" – как имя операции их отрицания [2]. Очевидно, что выполняются также и аксиомы, связывающие произведение логических скаляров и векторов, т. е. *ассоциативность*: $(\alpha\beta)l$ = "(синий и большой) цветок" = "синий и (большой цветок)" = $\alpha(\beta l)$; *дистрибутивность относительно дизъюнкции скаляров*: $(\alpha \vee \beta)l$ = "(синий или большой) цветок" = "синий цветок или большой цветок" = $\alpha l \vee \beta l$; *дистрибутивность относительно дизъюнкции векторов*: $\alpha(l \vee \gamma)$ = "синий (цветок или платок)" = "синий цветок или синий платок" = $\alpha l \vee \alpha\gamma$. Следовательно, множество объектов можно рассматривать как векторное логическое пространство, заданное над скалярным полем, элементами которого являются качества объектов.

Если же в качестве скалярного поля взять множество объектов, а в качестве заданного над ним пространства векторов – множество качеств объектов, то, очевидно, что все аксиомы логического пространства также будут выполняться. Следовательно, множество качеств объектов также можно рассматривать как векторное логическое пространство, заданное над скалярным полем, элементами которого служат объекты. Рассмотренный пример иллюстрирует случай, когда зависимым словом в словосочетании является прилагательное. Однако очевидно, что для причастий, притяжательных местоимений, порядковых числительных и количественных числительных в косвенном падеже, которые также могут выступать в роли зависимого слова в словосочетании с таким видом связи, как согласование [3, 4], все аксиомы логического пространства также выполняются. Таким образом, из сказанного выше следует, что такой вид связи слов в словосочетаниях, как согласование, может быть формализован с помощью математического аппарата векторных логических пространств.

Рассмотрим теперь словосочетание как часть предложения, имея в виду, что словосочетание является результатом членения предложения на единицы, обладающие некоторой смысловой цельностью [5, с. 90]. В последнее время именно этот подход завоевал популярность в лингвистике. Был рассмотрен алгоритм выделения главных членов предложения [6]. Каждое предложение описывает некоторое отношение, выражаемое сказуемым. Подлежащее может быть выражено именем существительным, местоимением или другим склоняемым словом (прилагательным или причастием) в именительном падеже и обозначающим предмет [4], т. е. некоторый объект реального мира в принятой выше классификации. Сказуемое при этом выражает некоторый признак (действие, состояние, свойство, качество) предмета, описанного подлежащим. Если роль сказуемого играет причастие или прилагательное ("Цветок срезан.", "Девушка красива."), то такое сказуемое представляет собой свойство или качество подлежащего. Следовательно, в этом случае связь между подлежащим и сказуемым может быть формализована аналогично согласованию.

Наиболее распространенной разновидностью сказуемого является глагольное сказуемое. Рассмотрим простое глагольное сказуемое. Оно выражается:

1) формами изъявительного, сослагательного и повелительного наклонения ("Рассмотрим пример.", "Посмотрите внимательно.", "Увидел бы сразу.");

2) инфинитивом, подчеркивающим интенсивное начало действия ("Он пример – решать.");

3) междометной формой глагола ("Он туда – шасть.") [3].

Рассмотрим распространенные двусоставные предложения. Разобьем группу сказуемого на простые словосочетания и возьмем те из них, в которых главным словом является сказуемое, а зависимым – существительные, местоимениясуществительные или субстантивированные слова [3]. Тип связи слов в таких словосочетаниях представляет собой управление. Покажем, что и такие словосочетания могут быть формализованы с помощью аппарата логической алгебры.

В качестве скалярного поля возьмем множество глаголовсказуемых, т.е. отношений в принятой выше классификации, а в качестве пространства векторов – множество зависимых слов в указанных словосочетаниях. Пусть, например, глаголам "взять" ~~и "по~~дар~~и~~ть" соответствуют логические скаляры γ и λ соответственно. Тогда "не взять" = "взять" = γ, "взять или подарить" = "взять" $\vee$ "подарить" = $\gamma \vee l$, "взять и подарить" = "взять" $\wedge$ "подарить" = $\gamma \wedge l$. Следовательно, для выбранных подобным образом элементов заданы булевы операции. А значит, это множество элементов действительно можно рассматривать как логическое поле. Зависимые слова в рассматриваемых словосочетаниях представляют собой в принятой классификации объекты. Правомочность их рассмотрения в качестве логического поля уже была продемонстрирована выше.

Проверим теперь выполнение аксиом, связывающих логические векторы и логические скаляры. Очевидно, что $(\gamma\lambda)l$ = "(взять и подарить) цветок" = "взять и (подарить цветок)" = $\gamma(\lambda l)$, $\gamma(l \vee \gamma)$ = "взять (цветок или платок)" = "взять цветок или взять платок" = $\gamma l \vee \gamma g$, $(\gamma \vee \lambda)l$ = "(взять или подарить) цветок" = "взять цветок или подарить цветок" = $\gamma l \vee \lambda l$, т. е. выполняются все аксиомы логической алгебры. Следовательно, такой вид связи слов в словосочетаниях как управление с главным словом, выраженным глаголом, также может быть формализован с помощью математического аппарата векторных логических пространств. Очевидно, что в рассматриваемых словосочетаниях в роли логических векторов взять сказуемые, а в качестве скаляров – зависимые от них слова, то аксиомы логической алгебры попрежнему будут выполняться. Значит, при формализации управления с глаголом в роли главного слова направление формализации аппаратом векторных логических пространств несущественно.

Рассмотрим теперь связь подлежащего и простого глагольного сказуемого. Множество слов, которые могут выступать в роли подлежащего, представляют собой множество "объектов". Как было показано выше, оно представляет собой логическое поле, как и множество слов, которые могут играть роль простого глагольного сказуемого. Пусть объектам "мальчик" и "девочка" соответствуют векторы h и d соответственно, а глаголам "играет" и "рисует" – скаляры μ и τ соответственно. Тогда очевидно, что $(\mu\tau)h$ = "(играет и рисует) мальчик" = "играет и (рисует мальчик)" = $\mu(\tau h)$, $(\mu \vee \tau)h$ = "мальчик (играет или рисует)" = "мальчик играет или мальчик рисует" = $\mu h \vee \tau h$, $\mu(h \vee d)$ = "играет (мальчик или девочка)" = "играет мальчик или играет девочка" = $\mu h \vee \tau d$. Следовательно, все аксиомы логической алгебры в этом случае также выполняются, т.е. связь подлежащего и простого глагольного сказуемого может быть формализована точно так же, как и управление с глаголом в роли главного слова. Аналогично, если в качестве векторов взять сказуемые, а в качестве элементов скалярного поля ? подлежащие, то и в этом случае аксиомы логического пространства будут выполняться. Отсюда ясно, что связь подлежащего и простого глагольного сказуемого также может быть формализована в любом направлении.

Управляющим словом также может служить существительное [3]. В этом случае и главное, и зависимое слова в словосочетании представляют собой "объекты" в выбранной классификации. Как было показано выше, множество объектов можно рассматривать и как векторное логическое пространство над некоторым скалярным полем, и как скалярное поле, над которым задано некоторое векторное логическое пространство. Покажем, что оно может служить одновременно и тем, и другим. Пусть объекту "листок" соответствует вектор ω, а объектам "роза" и "лилия" – скаляры φ и ψ соответственно. Тогда очевидно, что $(\varphi\psi)l$ = "цветок (розы и лилии)" = "(цветок розы) и лилии" = $\varphi(\psi l)$, $(\varphi \vee \psi)l$ = "цветок (розы или лилии)" = "цветок розы или цветок лилии" = $\varphi l \vee \psi l$, $\varphi(l \vee \omega)$ = "(цветок или листок) розы" = "цветок розы или листок розы" = $\varphi l \vee \varphi\omega$. Следовательно, выполняются все аксиомы логической алгебры. Очевидно, что, как и в рассмотренных ранее случаях, направление формализации несущественно. Другими словами, и такой вид управления, где управляющее слово выражено существительным, может быть формализовано в любом направлении с помощью математического аппарата векторных логических пространств. При этом зависимое слово в словосочетании можно рассматривать как выражающее некоторое свойство или качество управляющего слова.

Рассмотрим теперь именное сказуемое, выраженное существительным. Такое сказуемое можно интерпретировать как некоторое свойство подлежащего и, таким образом, связь между подлежащим и сказуемым можно формализовать, как управление с главным словом в виде существительного. Такое сказуемое может быть присоединено к подлежащему с помощью сравнительных союзов "как", "будто", "словно", "что", "точно", "все равно что", "вроде как" ("Слово – как бритва.") или с помощью частицы "это" ("Песня – это радость.") Если сказуемое выражено существительным и соединяется с подлежащим с помощью глагольной связки "есть" (реже – "суть"), то такое сказуемое выражает признак, присущий подлежащему, и, следовательно, связь подлежащего и сказуемого также формализуется аналогично управлению с главным словом, выраженным существительным ("Куб есть геометрическое тело.").

Следующей разновидностью управляющего слова может служить прилагательное, причастие или порядковое числительное [3, 4]. Как уже было показано, множество таких слов можно рассматривать как логическое поле. Покажем, что для такого вида связи слов также выполняются аксиомы логической алгебры. Пусть управляющим словам "понятный" и "доступный" соответствуют логические векторы r и s, а зависимым словам "школьник" и "студент" – скаляры ρ и π соответственно. Тогда очевидно, что $(\rho\pi)r$ = "доступный (школьнику и студенту)" = "(доступный школьнику) и студенту" = $\rho(\pi r)$, $(\rho \vee \pi)r$ = "доступный (школьнику или студенту)" = "доступный школьнику или доступный студенту" = $\rho r \vee \pi r$, $\rho(r \vee s)$ = "(понятный или доступный) школьнику" = "понятный школьнику или доступный школьнику" = $\rho r \vee \rho s$, т. е. выполняются все аксиомы логической алгебры, причем, как и в рассмотренных ранее случаях, безразлично, какое именно из этих множеств брать в качестве логического пространства, а какое – в качестве скалярного поля, над которым задано это пространство. Следовательно, управление с главным словом в виде прилагательного, причастия или порядкового числительного также в любом направлении может быть формализовано математическим аппаратом векторных логических пространств.

Последней разновидностью связей слов в словосочетаниях является примыкание. Если оно представлено сравнительной степенью прилагательного или неизменяемым прилагательным, то оно может примыкать только к существительному. Таким образом, такие словосочетания можно формализовать аналогично согласованию ("цвет синий или беж", "дом повыше или пошире", "дом или дверь повыше" и т.д.). К существительному может также примыкать инфинитив. Тогда формализацию можно проводить аналогично формализации управления с глаголом в роли главного слова ("желание или умение ~~работать~~", "желание отдыхать или работать" и т.д.). Если к существительному примыкает наречие, то такое примыкание также подчиняется законам логической алгебры. Пусть наречиям "пешком" и "вдвоем" соответствуют логические скаляры χ и ζ. Тогда "не пешком" = "пешком" = χ, "пешком или вдвоем" = "пешком" $\vee$ "вдвоем" = $\chi \vee \zeta$, "пешком и вдвоем" = "пешком" $\wedge$ "вдвоем" = $\chi \wedge \zeta$, т. е. множество наречий можно рассматривать как логическое поле.

Пусть существительным "прогулка" и "путешествие" соответствуют логические векторы t и f. Тогда очевидно, что $(\chi\zeta)t$ = "прогулка (пешком и вдвоем)" = "(прогулка пешком) и вдвоем" = $\chi(\zeta t)$, $(\chi \vee \zeta)t$ = "прогулка (пешком или вдвоем)" = "прогулка пешком или прогулка вдвоем" = $\chi t \vee \zeta t$, $\chi(t \vee f)$ = "(прогулка или путешествие) пешком" = "прогулка пешком или путешествие пешком" = $\chi t \vee \chi f$. Следовательно, в силу выполнения всех аксиом логической алгебры, и такой вид словосочетаний может быть формализован с помощью математического аппарата векторных логических пространств. Из этого следует, что если сказуемое в двусоставном предложении выражено наречием, то связь сказуемого и подлежащего можно формализовать аналогично рассмотренному виду примыкания. Причем очевидно, что, как и в рассмотренных выше случаях, безразлично, в каком направлении проводить формализацию.

Наречия могут примыкать к глаголу. Как было показано выше, и множество наречий, и множество глаголов представляют собой логические поля. Пусть глаголам "писать" и "читать" соответствуют векторы a и b, а наречиям "быстро" и "правильно" – скаляры δ и ω соответственно. Тогда $(\delta\omega)a$ = "(быстро и правильно) писать" = "быстро и (правильно писать)" = $\delta(\omega a)$, $(\delta \vee \omega)a$ = "(быстро или правильно) писать" = "быстро писать или правильно писать" = $\delta a \vee \omega a$, $\delta(a \vee b)$ = "быстро (писать или читать)" = "быстро писать или быстро читать" = $\delta a \vee \delta b$. Если же глаголы рассматривать как логические скаляры, а наречия – как логические векторы, то выполнение этих аксиом не нарушится. Следовательно, примыкание с главным словом в виде глагола и зависимым – в виде наречия можно в любом направлении формализовать средствами логической алгебры. Сказанное можно распространить и на тот случай, когда зависимым словом является деепричастие, т. к. оно обладает всеми грамматическими свойствами наречия.

Наречие также может примыкать к наречию. Пусть векторы c и v соответствуют наречиям "вниз" и "вверх". Очевидно, что $(\chi\zeta)c$ = (пешком и вдвоем) вниз" = "пешком и (вдвоем вниз)" = $\chi(\zeta c)$, $(\chi \vee \zeta)c$ = "(пешком или вдвоем) вниз" = "пешком вниз или вдвоем вниз" = $\chi c \vee \zeta c$, $\chi(c \vee v)$ = "пешком (вниз или вверх)" = "пешком вниз или пешком вверх" = $\chi c \vee \chi v$. Следовательно, и такой вид словосочетаний может быть формализован аппаратом логической алгебры, причем также в любом направлении. Наречие может также примыкать к прилагательному, числительному или причастию. Пусть наречиям "очень" и "экзотично" соответствуют скаляры σ и ε, а логические векторы p и q – прилагательным "красивый" и "яркий" соответственно. Тогда $(\sigma\varepsilon)p$ = "(очень и экзотично) красивый" = "очень и (экзотично красивый)"=$\sigma(\varepsilon$□$)$, $(\sigma \vee \varepsilon)p$ = "(очень или экзотично) красивый" = "очень красивый или экзотично красивый" = $\sigma p \vee \varepsilon p$, $\sigma(p \vee q)$ = "очень (красивый или яркий)" = "очень красивый или очень яркий" = $\sigma p \vee \sigma q$. Следовательно, и такой вид связи слов в словосочетаниях может быть формализован средствами логической алгебры, причем очевидно, также в любом направлении.

Инфинитив, кроме существительного, может также пояснять и глагол. Тогда если глаголам "попросить" и "уговорить" отвечают векторы k и и соответственно, то $(\gamma\lambda)k$ = "попросить (взять и подарить)" = "(попросить взять) и подарить" = $\gamma(\lambda k)$, $(\gamma \vee \lambda)k$ = "попросить (взять или подарить)" = "попросить взять или попросить подарить" = $\gamma k \vee \lambda k$, $\gamma(k \vee u)$ = "(попросить или уговорить) взять" = "попросить взять или уговорить взять" = $\gamma k \vee \gamma u$. Из этой цепочки видно, что, и в этом случае можно формализовать связь слов в любом направлении средствами логической алгебры. Если же инфинитив поясняет прилагательное или причастие, то при соответствии, например, причастиям "желающий" и "просящий" логических векторов e и o, очевидно, что $(\gamma\lambda)e$ = "желающий (взять и подарить)" = "(желающий взять) и подарить" = $\gamma(\lambda e)$, $(\gamma \vee \lambda)e$ = "желающий (взять или подарить)" = "желающий взять или желающий подарить" = $\gamma e \vee \lambda e$, $\gamma(e \vee o)$ = "(желающий или просящий) взять" = "желающий взять или просящий взять" = $\gamma e \vee \gamma o$. Следовательно, и такой вид примыкания может быть формализован математическим аппаратом векторных логических пространств, причем направление формализации не играет роли.

Из всего изложенного выше следует, что любое простое словосочетание естественного языка может быть в любом направлении формализовано средствами логической алгебры.

Список литературы: 1. *Шабанов-Кушнаренко Ю.П.* Логическая алгебра // Проблемы бионики. 1991. Вып.46. С.3-10. 2. *Кольцов В.П., Шабанов-Кушнаренко Ю.П.* О содержательной интерпретации алгебры идей // Проблемы бионики. 1990. Вып.45. С.10-17. 3. *Брицын М.А., Кононенко В.И.* Современный русский язык. – К.: Вища школа, 1983. 456 с. 4. *Грамматика русского языка: В 2 т.* / Под ред. Виноградова В.В., Истриной Е.С.: в 2т./ АН СССР. М., 1960. Т.2.: Синтаксис. 703с. 5. *Звегинцев В.А.* Предложение и его отношение к языку и речи. М.: МГУ, 1976. 305 с. 6. *Корнейчук Т.Б., Чудина А.Ф.* Система данных для анализа текста в области определения главных членов предложения // АСУ и приборы автоматики. 1992. Вып.98. С.76-83.

Поступила в редколлегию 16.03.2000