

ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМА ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ НА ИНТЕРПРЕТАЦИЮ ПРЕДЛОЖЕНИЙ С ТРЕМЯ ВОЗМОЖНЫМИ ВЕРШИНАМИ ПРИДАТОЧНОГО

THE ROLE OF WORKING MEMORY IN RELATIVE CLAUSE ATTACHMENT PREFERENCE IN A THREE-SITE CONTEXT

Драгой О.В. (dragosha@yandex.ru)

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

В работе приводятся данные экспериментального исследования разрешения синтаксической неоднозначности сложноподчиненных предложений с тремя возможными вершинами придаточного: выявлено влияние объема оперативной памяти испытуемых на выбор стратегии анализа.

1. Введение

Естественному языку свойственны предложения, в которых существует более одного способа синтаксического анализа, и носитель языка должен преодолеть эту многозначность, чтобы адекватно проинтерпретировать сообщение. Так, предложения типа (1) с определительным придаточным, которое модифицирует одно из трех существительных, входящих в состав сложной именной группы (ИГ), демонстрируют неоднозначность интерпретации:

(1) На заседании была представлена концепция статьи Конституции, которая требовала доработки.

При совпадении рода и числа существительных придаточное *которая требовала доработки* может относиться к любому из трех имен: *концепция* (ИГ1), *статья* (ИГ2) или *Конституция* (ИГ3), а все предложение имеет три прочтения:

(1a) Доработки требовала концепция (early closure = раннее закрытие = отнесение придаточного к ИГ1).

(1b) Доработки требовала статья (middle closure = среднее закрытие = отнесение придаточного к ИГ2).

(1в) Доработки требовала Конституция (late closure = позднее закрытие = отнесение придаточного к ИГ3).

Как носитель языка анализирует подобные предложения? Какие принципы лежат в основе его интерпретаций и универсальны ли эти принципы?

2. Анализ предложения: универсальный или индивидуальный подход?

Первые психолингвистические модели анализа предложения опирались на теорию Хомского (Chomsky 1965): анализ основан на структурных отношениях слов, а не на их значениях или на контексте конкретного высказывания, механизм анализа подчиняется строгим правилам и универсален. Последнее утверждение (об универсальности анализа) подверглось сомнению после работы Cuetos, Mitchell 1988, в которой исследовалось присоединение определительных придаточных к сложной ИГ. Носители испанского языка демонстрировали предпочтение раннего закрытия, а англоговорящие – позднего. В дальнейшем группу языков позднего закрытия дополнили шведский, норвежский, румынский, бразильский, португальский, арабский, а раннее закрытие обнаружилось в голландском, французском, немецком, хорватском, африкаанс.

Помимо обнаруженных межъязыковых различий, появляется всё больше данных в пользу того, что индивидуальные различия между носителями языка также играют значительную роль в анализе предложения. Townsend et al. 2001 обнаружили, что взрослые правши быстрее осуществляют синтаксический анализ, чем левши, которые фокусируют внимание на словах и значениях. Kemper 1987 выявил зависимость частоты употребления вложенных придаточных от возраста испытуемых. Влияние объема оперативной памяти на разрешение лексической и синтаксической неоднозначности показано в Miyake et al. 1994; Pearlmuter, MacDonald 1995.

В данной работе обсуждается влияние индивидуальных различий, а именно объема оперативной памяти, на выбор стратегии синтаксического анализа неоднозначных предложений типа (1). Под оперативной памятью (*working memory* – WM) подразумевается та стадия памяти, где информация хранится в течение ограниченного временного интервала, до тех пор, пока мы производим с этой информацией те или иные операции (Baddeley 1986), в том числе операции синтаксического анализа.

3. Влияние объема оперативной памяти на анализ неоднозначных предложений

Уже в ранних моделях синтаксического анализа понятие оперативной памяти было выделено как одно из центральных: именно на нем основывали психологическую реальность принципа Ассоциации Справа Kimball 1973, модели Сосисочного Аппарата Frazier, Fodor 1978, Модели Заблуждения Frazier 1979, Теории Конструала Frazier, Clifton 1996. Предполагалось, что оперативная память ограничена некоторым фиксированным объемом, который и налагает ограничения на понимание. Однако объем памяти у различных индивидуумов варьируется (Van Petten et al. 1997), следовательно, это должно отражаться и на работе синтаксического анализатора, задействующего механизм памяти. Исследования последних лет подтверждают выдвинутое предположение.

Mendelsohn, Pearlmuter 1999 исследовали на материале английского языка, как испытуемые с большим и малым объемом оперативной памяти интерпретируют неоднозначные предложения типа (1), но содержащие двучленную сложную ИГ:

(2) *Кто-то застрелил служанку актрисы, которая стояла на балконе.*

Испытуемые с малым объемом памяти ($WM_{\text{мал}}$) в 64% случаев предпочли раннее закрытие, то есть интерпретацию: *На балконе стояла служанка*. Испытуемые с большим объемом оперативной памяти ($WM_{\text{бол}}$) не продемонстрировали значимых предпочтений в выборе вершины придаточного. Авторы исследования предположили, что люди с невысокими показателями памяти фокусируются на предикате и его аргументах (ИГ1 – *служанка*), в то время как для испытуемых с большим объемом памяти активными остаются как ИГ1 (*служанка*), так и ИГ2 (*актриса*), и они могут отнести придаточное к любой из этих ИГ.

В работе Swets et al. 2004 также приводятся данные о том, что носители английского языка с $WM_{\text{мал}}$ предпочитают раннее закрытие. Более того, выявлена тенденция испытуемых с $WM_{\text{бол}}$ интерпретировать многозначные предложения типа (2) в пользу позднего закрытия. В проведенном эксперименте испытуемые со средними показателями объема памяти предпочтения к какому-либо типу закрытия не обнаружили. Swets et al. 2004 приводят предварительные данные эксперимента на материале голландского языка, где выявлена та же тенденция: в группе с $WM_{\text{бол}}$ процентное выражение выбора ИГ2 в качестве вершины придаточного выше, чем количество случаев раннего закрытия.

На материале русского языка зависимость интерпретации неоднозначных предложений с определительным придаточным от объема оперативной памяти испытуемых была впервые исследована в работе Fedorova, Yanovich 2005. Результаты оказались аналогичны данным английского языка Mendelsohn, Pearlmuter 1999: испытуемые с $WM_{\text{мал}}$ чаще выбирают ИГ1, с $WM_{\text{бол}}$ – не демонстрируют предпочтения к конкретному виду закрытия. Кроме того, было обнаружено, что 64,5% русскоговорящих испытуемых составляют люди с небольшим объемом оперативной памяти, что, как предположили авторы, и отражается в большем процентном выражении случаев раннего закрытия в экспериментах на материале русского языка.

4. Эксперимент

Во всех описанных выше экспериментах выявлено одинаковое лингвистическое поведение испытуемых с малым объемом оперативной памяти: в большинстве случаев они считают вершиной придаточного ИГ1. Однако остается открытым вопрос о том, какую стратегию используют испытуемые с большим объемом памяти: у них в равной степени активирована и первая, и последняя ИГ, и они не демонстрируют предпочтения к какому-либо виду закрытия (Mendelsohn, Pearlmuter 1999; Fedorova, Yanovich 2005), или группа с $WM_{\text{бол}}$ действительно чаще относит придаточное к наиболее удаленной от предиката ИГ (Swets et al. 2004). С целью изучить влияние объема оперативной памяти на механизмы синтаксического анализа мы провели новый эксперимент на материале русского языка.

4.1. Стимульный материал

В качестве объекта изучения были выбраны сложноподчиненные предложения с определительным придаточным, которое модифицирует одно из существительных трехчленной ИГ (пример (1)). Данные конструкции, в отличие от конструкций, содержащих две потенциальные вершины придаточного (предложение (2)), позволяют обнаружить механизмы действия факторов, определяющих синтаксический анализ, но эффект которых маскируется в случае двучленной именной группы. Так, исследуя конструкции типа (1) в испанском и в английском языках, Gibson et al. 1996 показали, что при синтаксическом анализе активен принцип Предпочтения Последнего (выбирать в качестве вершины придаточного линейно наиболее близкую ИГ), который взаимодействует с принципом Близости к Предикату (относить придаточное к имени, расположенному в синтаксической структуре предложения ближе всего к вершине предикации). В ряде языков принцип Близости к Предикату оказывается сильнее принципа Предпочтения Последнего, что отражается в большем процентном выражении случаев раннего закрытия. В обратном случае мы говорим о позднем закрытии. Подобное U-образное

распределение предпочтений (чаще выбирается ИГ1 и ИГ3, а случаи выбора ИГ2 минимальны, поскольку ИГ2 не попадает под действие обоих указанных факторов) при разрешении неоднозначности в предложениях типа (1), как выяснилось, наблюдается и в японском (Miyamoto et al. 1999), немецком (Walter, Hemforth 2001), голландском (Wijnen 1998) языках.

Трехчленная конструкция позволяет наблюдать взаимодействие факторов, благоприятствующих раннему или позднему закрытию, то есть проводить более тонкое исследование лингвистического поведения испытуемых, в связи с чем мы использовали в качестве экспериментального материала именно ее¹.

В проведенном эксперименте мы также контролировали длину придаточного, поскольку, как показали Федорова, Янович 2005, этот фактор влияет на выбор типа закрытия в русском языке: длинные придаточные чаще относятся к ИГ1, короткие – к последней ИГ. Поэтому стимульный материал содержал 16 экспериментальных предложений, которые были представлены в двух вариантах (с коротким и длинным придаточным), распределенных по двум экспериментальным листам:

(3) *Сложно понять логику организации речи, которая нарушена.*

(4) *Сложно понять логику организации речи, которая нарушена у многих пациентов с поражением левого полушария.*

Помимо экспериментальных единиц, каждый лист включал в себя 32 отвлекающих и 3 тренировочных предложения, которые были однозначными и одинаковыми на обоих листах.

4.2. Испытуемые

В эксперименте приняли участие 48 русскоязычных испытуемых в возрасте от двадцати до двадцати пяти лет, студенты и аспиранты МГУ им. Ломоносова. Испытуемые были разделены на три группы: с малым, средним и большим объемом оперативной памяти. Для оценки объема памяти мы использовали адаптированный для русского языка тест Daneman, Carpenter 1980, в котором испытуемому предлагалось читать серии предложений на экране компьютера (в каждой серии от двух до пяти предложений, каждое предложение сменяло на экране предыдущее), а после прочтения каждой серии – повторить последние слова прочитанных предложений. За каждую полностью правильно повторенную серию испытуемый получал 5 баллов. Показатель оперативной памяти считался равным сумме набранных баллов. Мы приняли $WM_{\text{мал}} \leq 30$ баллов, $35 \leq WM_{\text{сред}} \leq 45$ и $WM_{\text{бол}} \geq 50$ баллов.

4.3. Процедура проведения эксперимента

Испытуемые тестировались индивидуально, каждый эксперимент продолжался примерно 15 минут. Каждому участнику предлагался один из двух экспериментальных листов. На экране компьютера появлялось предложение (например, (3) или (4)), испытуемый читал его вслух и затем, нажав кнопку «Дальше», переходил к следующей странице, где предлагалась перифраза этого предложения с тремя вариантами интерпретации, порядок которых был сбалансирован:

(5) *Нарушена...*

«Логика» «Организация» «Речь»

Испытуемый выбирал один из вариантов, произнося его вслух и одновременно нажимая на соответствующую клавишу, и переходил к следующему предложению.

4.4. Результаты и направления дальнейших исследований

Статистический анализ результатов эксперимента (АНОВА) показал, что существуют значимые различия между группами с малым объемом оперативной памяти, с одной стороны, и со средним и большим, с другой: $F(2,765)=7,23$; $p<0,0008$. Разница между последними двумя группами оказалась статистически незначима $F(1,510)=0,62$; $p<0,4323$. Однако обозначилась довольно четкая тенденция: в терминах двухуровневой модели Gibson et al. 1996 мы наблюдаем одновременную активацию факторов Близости к Предикату и Предпочтения Последнего, имеющих, однако, разную силу у разных групп испытуемых (см. Диаграмму 1). Если в группе с $WM_{\text{мал}}$ наиболее предпочтительной была ИГ1, далее по процентному выражению следовала ИГ3, и реже всего вершиной становилась ИГ2, то в группе $WM_{\text{бол}}$ соотношение силы указанных факторов обратное: ИГ3 выбиралась чаще, чем ИГ1. В случае же среднего объема памяти $WM_{\text{сред}}$ картина предпочтений отражает переход между двумя упомянутыми группами: здесь факторы Близости к Предикату и Предпочтения Последнего имеют одинаковую силу.

¹ Поскольку интерпретация неоднозначных предложений с придаточным, относящимся к трехчленной ИГ, ранее не исследовалась на материале русского языка, наша задача состояла не только в определении влияния объема оперативной памяти испытуемых на выбор типа закрытия, но и в изучении общей стратегии анализа, применимой к таким конструкциям.

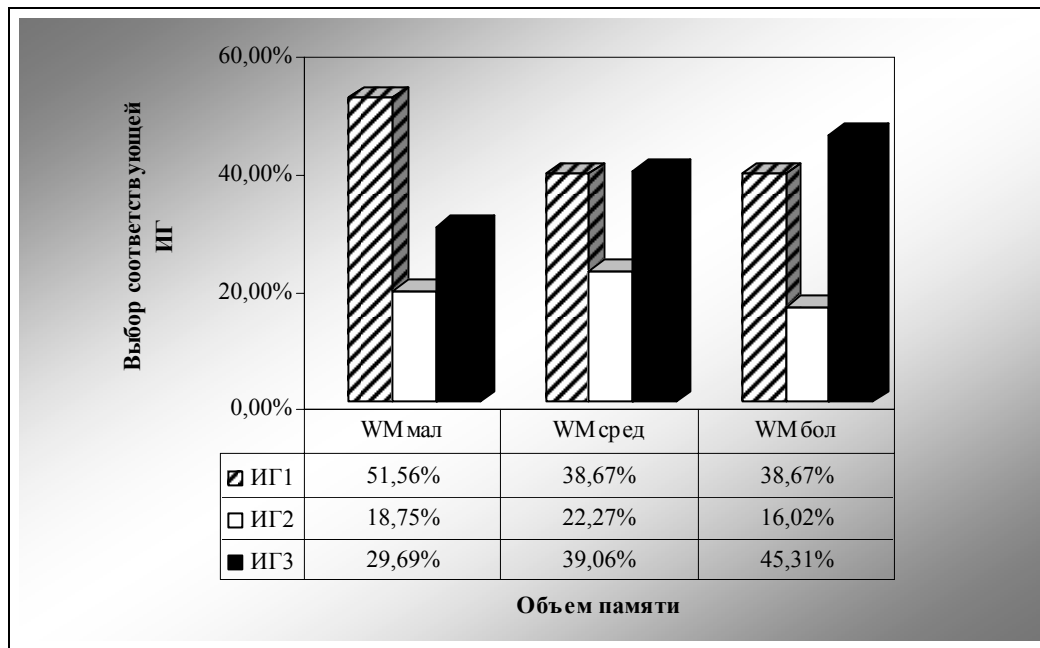


Диаграмма 1. Зависимость выбора вершины придаточного от объема оперативной памяти

Полученные нами данные согласуются с результатами экспериментов Swets et al. 2004, однако, как видно на Диаграмме 1, разница между числом случаев позднего и раннего закрытия в группе испытуемых с большим объемом оперативной памяти значительно меньше, чем в группе WM_{мал}. Если эффект предпочтения выбора ИГ3 в качестве вершины придаточного в группе WM_{бол} действительно носит устойчивый характер, то он может быть усилен либо увеличением выборки, либо применением более тонких методов анализа.

Методика, использованная в проведенном эксперименте, относится к типу так называемых опосредованных (off-line), когда исследованию подвергаются более поздние этапы анализа предложения, на которых решающими могут оказаться факторы постсинтаксической природы.

Кроме того, мы планируем исследовать данную проблему, протестировав степень активации составляющих в трехчленной конструкции у испытуемых указанных групп. Для этого нужно провести эксперимент на воспроизведение предложений, когда испытуемому предъявляется однозначное предложение с ранним, средним или поздним закрытием, которое он должен повторить после отвлекающего задания. По тому, какие составляющие конструкции будут чаще опускаться или изменяться, мы сможем сделать вывод о степени их активации в памяти испытуемого. Исходя из данных о предпочтении раннего закрытия при WM_{мал}, мы ожидаем, что испытуемые этой группы будут воспроизводить предложения с тенденцией к раннему вне зависимости от того, к какой ИГ придаточное относилось изначально. А при WM_{бол} возможно два варианта: если испытуемые будут повторять в предложении изначальный тип закрытия, значит, у них активированы в равной степени все составляющие конструкции и они не склонны приписывать таким предложениям определенный тип закрытия. С другой стороны, если они будут опускать ИГ1 или трансформировать раннее закрытие в позднее, это будет свидетельствовать об активации именной группы, наиболее удаленной от предиката и потребует гипотезы, объясняющей данный феномен и пока не выдвинутой в силу малого числа экспериментов и противоречивости полученных результатов.

Список литературы

1. Фёдорова О.В., Янович И.С. Разрешение синтаксической многозначности в русском языке: роль длины и структуры придаточного // Труды Международного семинара Диалог. М.: 2005.
2. Baddeley A. Working memory // London: Oxford Univ. Press, 1986.
3. Chomsky N. Aspects of the theory of syntax // Cambridge, MA: MIT Press, 1965.
4. Cuetos F., Mitchell D.C. Cross-linguistic differences in parsing: Restrictions on the use of the Late Closure strategy in Spanish // Cognition. 1988. Vol. 30, pp. 73-105.
5. Fedorova O., Yanovich I. Early preferences in RC attachment in Russian: The effect of Working Memory differences // Paper presented at FASL-14. Princeton: May 6-8, 2005.
6. Daneman M., Carpenter P.A. Individual differences in working memory and reading // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1980. Vol. 19, pp. 450-466.
7. Frazier L. On comprehending sentences: Syntactic parsing strategies. Unpublished doctoral dissertation // University of Connecticut: 1979.
8. Frazier L., Clifton C. Construal // Cambridge, MA: MIT Press, 1996.
9. Frazier L., Fodor J.D. The sausage machine: A new two-stage parsing model // Cognition. 1978. Vol. 6, pp. 291-325.

10. Gibson E., Pearlmutter N., Canseco-Gonzalez E., Hickok G. *Cross-linguistic attachment preferences: Evidence from English and Spanish* // *Cognition*. 1996. Vol. 59, pp. 23-59.
11. Kemper S. *Syntactic complexity and elderly adult's prose recall* // *Experimental Aging Research*. 1987. Vol. 13, pp. 47-52.
12. Kimball J. *Seven principles in surface structure parsing in natural language* // *Cognition*. 1973. Vol. 2, pp. 15-47.
13. Mendelsohn A., Pearlmutter N. *Individual differences in reactive clause attachment preferences* // *Presented at the CUNY Conference on Human Sentence Processing*. New York: March 18-20, 1999.
14. Miyake A., Carpenter P.A., Just M.A. *A capacity approach to syntactic comprehension disorder: Making normal adults perform like aphasic patients* // *Cognitive Neuropsychology*. 1994. Vol. 11, pp. 671-717.
15. Miyamoto E.T., Gibson E., Pearlmutter N.J., Aikawa T., Miyagawa S.A. *U-shaped Relative Clause Attachment Preference in Japanese* // *Language and Cognitive Processes*. 1999. Vol. 14 (5/6).
16. Pearlmutter N.J., MacDonald M.C. *Individual differences and probabilistic constraints in syntactic ambiguity resolution* // *Journal of Memory and Language*. 1995. Vol. 34, pp. 521-542.
17. Swets B., Desmet T., Hamrick D.Z., Ferreira F. *The role of verbal and spatial working memory in relative clause attachment preferences* // *Poster presented at the 17th Annual CUNY Conference on Human Sentence Processing*. University of Maryland, College Town: March 25-27, 2004.
18. Townsend D.J., Carrithers C., Bever T.G. *Familial Handedness and Access to Words, Meaning, and Syntax during Sentence Comprehension* // *Brain and Language*. 2001. Vol. 78, pp. 308-331.
19. Van Petten C., Weckerly J., Mclsaac H.K., Kutas M. *Working memory capacity dissociates lexical and sentential context effects* // *Psychological Science*. 1997. Vol. 8, pp. 238-242.
20. Walter M., Hemforth B. *Attachment Preferences of Extraposed and Adjacent Relative Clauses Following Three-site NPs in German* // *Poster presented at the 11th Annual CUNY Conference on Human Sentence Processing*. New Brunswick, NJ: March 19-21, 1998.
21. Wijnen F. *Dutch relative clause attachment in two- and three-site contexts* // *Poster presented at the 11th Annual CUNY Conference on Human Sentence Processing*. New Brunswick, NJ: March 19-21, 1998.