

ВЛИЯНИЕ СЕНСОМОТОРНЫХ СТЕРЕОТИПОВ НА ПОНИМАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ: ДАННЫЕ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ*

© 2017

Анна Кестучё Лауринавичюте^{а, б, в},
Анна Витальевна Крабис^а,
Нина Омаровна Фаризова^а,
Валерия Андреевна Толкачева^а,
Ольга Викторовна Драгой^{а, г}

^а Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, 101000, Российская Федерация; ^б Университет Потсдама, Потсдам, 14469, Германия; ^в Йельский университет, Нью-Хейвен, 06520, США; ^г Московский НИИ психиатрии, Москва, 107076, Российская Федерация; ^е annlaurin@gmail.com

В данном экспериментальном исследовании проверяется гипотеза о том, что сенсомоторный стереотип — типичный порядок действий с объектами в физическом мире — может влиять на понимание пространственных языковых конструкций, в частности, что соответствие поверхностного порядка слов сенсомоторному стереотипу (например, в конструкции *положить сумку в коробку* порядок слов соответствует порядку действий стереотипа — взять сумку, положить ее в коробку) может облегчать, а несоответствие (*положить в коробку сумку*) — затруднять понимание подобных конструкций. В исследовании с регистрацией движений глаз 40 носителей русского языка слушали предложения и соотносили их с изображениями на экране. В предложных конструкциях (*положить сумку в коробку*) движения глаз испытуемых не различались в зависимости от соответствия порядка называния объектов сенсомоторному стереотипу, а в инструментальных конструкциях (*накрыть шапкой шарф*) соответствие между порядком называния и сенсомоторным стереотипом облегчало понимание.

Ключевые слова: воплощенное сознание, понимание, регистрация движений глаз, сенсомоторный стереотип

THE INFLUENCE OF SENSORIMOTOR STEREOTYPES ON THE COMPREHENSION OF SPATIAL CONSTRUCTIONS: EVIDENCE FROM EYE-TRACKING

Anna K. Laurinavichyute^{а, б, в}, Anna V. Chrabaszcz^а, Nina
O. Farizova^с, Valeria A. Tolkacheva^а, Olga V. Dragoy^{а, д}

^а National Research University Higher School of Economics, Moscow, 101000, Russian Federation; ^б University of Potsdam, Potsdam, 14469, Germany; ^в Yale University, New Haven, 06520, USA; ^д Moscow Research Institute of Psychiatry, Moscow, 107076, Russian Federation; ^е annlaurin@gmail.com

In an eye-tracking study we tested the hypothesis that comprehension is facilitated by a match between the order of the verb and its arguments in a sentence and the order of the actual sensorimotor interaction with these objects (for example, in the phrase *put the bag into the box*, the order of the arguments corresponds to the order of motor actions: take the bag, put it into the box) could facilitate comprehension

* Данное исследование выполнено при поддержке гранта РГНФ №15-04-00518а.

of such constructions. We tested 40 native Russian speakers in a visual world sentence-picture matching task. In prepositional constructions, there was no difference between conditions that matched or mismatched sensorimotor stereotypes, whereas in instrumental constructions, sensorimotor stereotypes facilitated comprehension.

Keywords: embodied cognition, eye-tracking, language comprehension, reversible constructions, sensorimotor bias

Введение

Одним из достижений современной лингвистики стало разнообразие перспектив при изучении языка. В числе прочих в фокус внимания ученых попала область, традиционно находившаяся на периферии психологической науки, — влияние когнитивных процессов на функционирование языка. В рамках интеграционного подхода к изучению сознания ставится под сомнение существование «модулей сознания» как отдельных, инкапсулированных блоков, ответственных за узкий набор функций [Fodor 1986; Coltheart 1999]. Напротив, постулируется, что ни один из когнитивных процессов не является изолированным от внешнего мира и внутренней среды организма.

Интеграционный подход в психологии (центральным понятием которого является воплощенное познание, embodied cognition) исследует взаимодействие различных когнитивных модальностей, например, зрительной и моторной: М. Такер и Р. Эллис [Tucker, Ellis 1998] показали, что люди активируют репрезентацию хватательного действия, видя ручку чашки, и это влияет на скорость их реакции в задании, не связанном с данным действием (определить, находится ли чашка в прямом или перевернутом положении). Позже в эксперименте, исследующем прайминг моторных действий, Х. Б. Хельбиг и коллеги [Helbig et al. 2006] показали, что симуляция хватательного движения ускоряет визуальное распознавание объектов, к которым оно потенциально применимо: краткая демонстрация двух объектов, к которым может быть применено одно и то же моторное движение (например, сжатие плоскогубцев и щипцов для орехов), облегчало их название, в отличие от демонстрации двух объектов, манипуляции с которыми производятся с помощью разных движений. С. Босбах и коллеги [Bosbach et al. 2005] продемонстрировали, что суждения о весе объекта, который поднимает человек, основываются на симуляции действия в собственной моторной системе: двое испытуемых, лишенных сенсорной информации от своего тела в результате разрушения периферических нейронных связей, делали значительно больше ошибок в суждениях, чем контрольная группа. В свою очередь, нейровизуализационные исследования показывают: когда люди представляют предмет, который ассоциируется с определенным запахом, в их мозге активируются зоны, отвечающие за обоняние [González et al. 2006], а когда они представляют себе еду — зоны, отвечающие за вкусовые ощущения [Simmons et al. 2005]. Все эти исследования рассматриваются как свидетельства в пользу глубокого влияния информации о сенсомоторном опыте человека на более абстрактный уровень мышления.

Аналогичные предположения лежат в основе функционального подхода к языку, где язык рассматривается как часть общего процесса коммуникации, включающего широкий внешний и внутренний контекст. В частности, в последнее десятилетие активно обсуждается теория о том, что понимание и порождение не отдельные, а тесно переплетающиеся процессы, и понимание основывается на симуляции порождения [Kempen et al. 2012; Meyer et al. 2016]. Ф. Чэнг и А. Джессоп [Chang, Jessop 2015] сравнили результаты моделирования и направления взгляда людей в экспериментальном исследовании и показали, что когнитивная модель, использующая симуляцию порождения при понимании, позволяет предсказывать направление взгляда человека во время прослушивания предложений, соотносенных с изображениями на экране. Другим примером функционального подхода к языку может служить то, что некоторые теоретические модели как понимания, так и порождения речи отталкиваются не от языковых, а от когнитивных категорий: например, в модели [Alday et al. 2014] пони-

мание языковых конструкций основывается на когнитивном механизме быстрого поиска субъекта действия, идентификация которого играет ключевую роль в процессе понимания.

Помимо уровня абстрактной концептуализации событий, языковая обработка также тесно связана с физиологическим функционированием человека: нейровизуализационные исследования продемонстрировали, что при чтении про себя глаголов, обозначающих движения руками, ногами и лицом, у испытуемых активируются группы нейронов, задействованные в моторной реализации соответствующих действий [Hauk et al. 2004; Buccino et al. 2005; Pulvermüller et al. 2005; Marino et al. 2012]. Данные результаты подтверждают предположение, что сенсомоторный опыт имеет непосредственное влияние на языковую обработку. В пользу тесной связи языка и неязыкового восприятия говорят также клинические наблюдения за пациентами с поражением мозга и сопутствующими речевыми расстройствами. Так, А. Р. Лурия [1962] перечислил типы языковых выражений, понимание которых нарушено у пациентов с теменно-затылочными поражениями, и предположил наличие единого пространственного компонента, реализующегося как в языке, так и при зрительно-пространственном восприятии. В эти языковые выражения входят, среди прочих, конструкции, называющие пространственные отношения, — предложные (*Ставить ящик на бочку*) и инструментальные (*Накрывать шарфом шляпу*). При нарушении единого пространственного компонента у пациентов возникают как трудности в сфере зрительно-пространственного гнозиса, так и сложности понимания таких конструкций; см. также [O'Grady, Lee 2005].

Опираясь на результаты предыдущих исследований, можно предположить, что сенсомоторные стереотипы действий могут влиять на языковую обработку также и у неврологически здоровых носителей языка. Сенсомоторный стереотип в данном случае понимается как прототипическая, наиболее естественная и частотная последовательность действий с предметами окружающего мира. Возможно, что соответствие порядка называния этих предметов, выраженное в поверхностном порядке слов, порядку действий с ними в физическом мире может облегчить понимание соответствующих языковых конструкций. Целью данной работы являлось исследование роли сенсомоторных стереотипов в понимании языковых конструкций, а именно независимое влияние прямого / непрямого порядка слов и соответствия / несоответствия порядка слов моторному стереотипу. Мы ожидали, что легче всего происходит обработка предложений, в которых прямой порядок слов и моторный стереотип совпадают, а конструкции с непрямым порядком слов, не соответствующие моторному стереотипу, должны быть наиболее сложными. Конструкции, где эти признаки не находятся в прямом соответствии (например, где прямой порядок слов не соответствует моторному стереотипу), должны продемонстрировать, какой из этих двух факторов имеет более существенное значение для понимания пространственных отношений.

Для решения поставленной задачи был выбран метод регистрации движений глаз при прослушивании историй, также известный как парадигма «Визуальный мир» (см. обзор [Федорова 2008]): в типичном эксперименте испытуемые видят на экране четыре изображения и слышат предложение или историю, каким-то образом связанную с этими изображениями. Эта парадигма получила широкое распространение в психолингвистических исследованиях в последние 15 лет благодаря тому, что она позволяет с миллисекундной точностью получить информацию о направлении внимания во время прослушивания языкового материала. Данные о движениях глаз интерпретируются на основании гипотезы связности (linking hypothesis, см. [Tanenhaus et al. 2000]), постулирующей, что фиксация взгляда на объекте совпадает с активацией соответствующей лексической репрезентации. Еще одним достоинством исследований движений глаз является высокая экологическая валидность подобных экспериментов: участники не выполняют никаких специальных действий, связанных с экспериментальной процедурой — они просто слушают истории в то время, как их взгляд свободно блуждает. Использование парадигмы «визуальный мир» в нашем исследовании позволяет получить детальную информацию о процессе интерпретации языкового высказывания во время его развертывания, поскольку здоровые взрослые носители

русского языка могут испытывать трудности в процессе понимания языкового материала, но не в его итоговой интерпретации.

1. Метод

Были отобраны два типа конструкций русского языка, различающихся в том, соответствует ли прямой порядок слов в них сенсомоторным стереотипам, — предложные и инструментальные, см. таблицу 1.

Таблица 1

Пример экспериментального стимула

Тип конструкции	Условие	Предложение	Соответствие моторному стереотипу	Порядок слов
Предложная	a	<i>Мальчик кладет сумку в коробку</i>	да	прямой ¹
Предложная	b	<i>Мальчик кладет в коробку сумку</i>	нет	непрямой
Инструментальная	c	<i>Бабушка накрывает шапкой шарф</i>	да	непрямой
Инструментальная	d	<i>Бабушка накрывает шарф шапкой</i>	нет	прямой ²

Важно, что предложные конструкции с прямым порядком слов (*Мальчик кладет сумку в коробку*) отражают соответствующий сенсомоторный стереотип (взять сумку, положить в коробку), а с непрямым порядком слов (*Мальчик кладет в коробку сумку*) — нет. Напротив, в инструментальных конструкциях сенсомоторный стереотип отражается в предложениях с непрямым порядком слов (*Бабушка накрывает шапкой шарф* — взять шапку, накрыть шарф), а не с прямым (*Бабушка накрывает шарф шапкой*). Использование таких диссоциирующихся языковых конструкций позволяет определить влияние сенсомоторных стереотипов на их понимание вне зависимости от порядка слов. Нам важно разграничить влияние сенсомоторных стереотипов и порядка слов потому, что прямой порядок слов требует меньше ресурсов для обработки (см., например, [Levy 2008]), и, если конструкции с прямым порядком слов соответствуют сенсомоторному стереотипу, мы не сможем разделить вклад этих факторов в языковую обработку.

Стимульный материал эксперимента состоял из 48 экспериментальных и 24 отвлекающих предложений. Экспериментальные предложения были разделены на два листа для предъявления таким образом, чтобы один и тот же испытуемый слышал только один вариант каждого экспериментального предложения — в одном из двух возможных условий. Отвлекающие предложения повторялись в обоих листах; таким образом, каждый лист состоял из 48 предложений. Порядок предъявления предложений был псевдослучайным.

Все экспериментальные предложения являются обратимыми, т. е. такими, что их невозможно понять, опираясь только на лексическое значение слов [Статников и др. 2011; Ахутина и др. 2016]. Для правильной интерпретации предложений необходимо декодировать грамматические маркеры — предлоги и флексии. Например, предложение *Мальчик кладет мешок в ведро* является обратимым, так как без учета грамматических маркеров допускает с точки зрения представлений о свойствах объектов физического мира две интерпретации: можно поместить как мешок в ведро, так и ведро в мешок. В отличие от экспериментальных, все отвлекающие предложения были необратимыми, как, например: *Мальчик ставит ведро в кладовку*.

При нормировании материала правдоподобность экспериментальных предложений и их обратимых вариантов (не вошедших в данный материал) была оценена носителями русского

¹ См., например, [Dyakonova 2009].

² Вопрос о базовом порядке слов остается дискуссионным [Сиротинина 1974; Bailyn 2012], но в подкорпусе [НКРЯ] со снятой неоднозначностью прямое дополнение предшествует непрямому дополнению в творительном падеже в 1,35 раз чаще, чем следует за ним.

языка, не участвовавшими в основном эксперименте: 89 респондентов оценивали приемлемость предложений и их обратимых вариантов по шкале от 1 до 5, где 1 — совершенно ненормально, а 5 — полностью нормально. Только те предложения, которые не отличались от их обратных эквивалентов с точки зрения рейтинга правдоподобности, были включены в стимульный материал. Напротив, отвлекающие предложения и их обратные эквиваленты (например, *Мальчик ставит ведро в кладовку* и *Мальчик ставит кладовку в ведро*) должны были значительно отличаться, чтобы войти в эксперимент (предложные конструкции: $t = 10,08$, $p < 0,001$, инструментальные: $t = 19,05$, $p < 0,001$). Полный список предложений, вошедших в эксперимент, представлен на странице исследования [Пространство в языке].

Для каждого предложения было создано два рисунка: один соответствовал смыслу предложения, другой был либо противоположен (в случае экспериментальных предложений), либо иррелевантен (в случае отвлекающих предложений). Размер рисунков в эксперименте составлял 800×600 пикселей, разрешение — 300 ppi. Пример зрительного стимульного материала представлен на рисунке 1 (в ходе эксперимента использовались изображения в цвете).

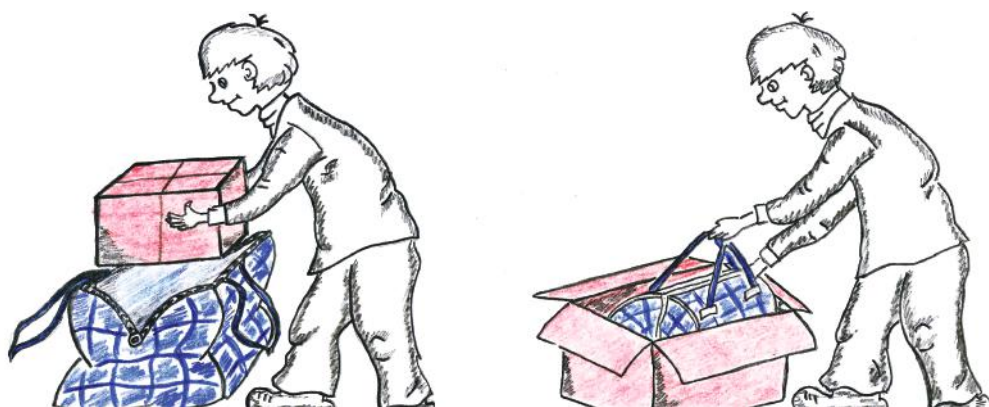


Рис. 1. Зрительный материал для экспериментального предложения *Мальчик кладет сумку в коробку*.

Все предложения предъявлялись на слух. Они были записаны женщиной-диктором с ровной интонацией при частоте дискретизации 44100 Hz и отредактированы в программе «Praat» [Boersma, Weenink 2017]. В каждой аудиозаписи с точностью до нескольких миллисекунд были размечены следующие области интереса: 1) первое слово в предложной или инструментальной конструкции (*сумку*), 2) второе слово в предложной или инструментальной конструкции (*в коробку*). В случаях, когда конструкция содержала предлог, он относился к тому же региону, что и следующее за ним слово. Предъявление экспериментальных стимулов было дано в программе «Experiment Builder».

Мы предполагали, что различия в правильности ответов, времени реакции испытуемых и доле взглядов на правильный рисунок должны отражать степень когнитивной сложности обработки определенной языковой конструкции. Чем легче конструкция с точки зрения языковой обработки, тем быстрее испытуемые выбирают правильный рисунок и тем дольше смотрят на него. Как только испытуемый понимает, какой рисунок соответствует предложению, он скорее всего зафиксирует взгляд на нем и будет готовиться выбрать его в качестве правильного ответа. Когда испытуемый сомневается, он будет дольше сравнивать рисунки, переводя взгляд с одного на другой, и равные доли взглядов на оба рисунка будут свидетельствовать о более сложной обработке. Мы ожидали, что в соответствии с сенсомоторными стереотипами испытуемые будут сначала интерпретировать постглагольное существительное как объект в предложных конструкциях и как инструмент — в инструментальных, т. е. дольше смотреть на правильное изображение в условиях, соответствующих моторным стереотипам.

2. Процедура

В эксперименте участвовали 43 взрослых монолингвальных носителя русского языка (11 мужчин и 32 женщины) с нормальным или скорректированным до нормального зрением в возрасте от 18 до 53 лет (средний возраст — 22 года). Перед началом эксперимента все испытуемые были ознакомлены с процедурой проведения эксперимента и подписали согласие на участие и обработку полученных данных на условиях анонимности.

Эксперимент начинался с инструкции по прохождению процедуры калибровки (калибровка камеры осуществлялась по 9 точкам), далее следовала непосредственно процедура калибровки, а затем — инструкция по прохождению эксперимента. В начале тестирования испытуемые выполняли пять тренировочных заданий и могли задать все возникшие вопросы после тренировки и до начала эксперимента. В самом эксперименте было 48 экспериментальных заданий, после выполнения половины из них испытуемый мог при желании сделать паузу. Каждое экспериментальное задание начиналось с того, что в середине экрана демонстрировалась точка. Если в течение трех секунд камера не регистрировала фиксацию испытуемого на точке с погрешностью не больше одного градуса, следовал автоматический возврат к калибровке; если камера регистрировала фиксацию испытуемого на этой точке, то в правой и левой половинах экрана появлялось по изображению (положение изображений было псевдослучайным, так что в половине заданий изображение, соответствующее предложению, находилось справа, а в другой половине — слева на мониторе), а через секунду после появления изображений начинал проигрываться аудиофайл с предложением. После окончания звучания аудиофайла у испытуемого было 5 секунд для того, чтобы нажать мышью на изображение, которое, по его мнению, соответствовало предложению; через секунду после ответа испытуемого осуществлялся переход к следующей пробе. Если в течение 5 секунд испытуемый не давал ответа, данная экспериментальная проба исключалась из анализа и осуществлялся переход к следующей. Испытуемый не получал обратной связи о том, правильным или неправильным был его ответ.

Тестирование проводилось с помощью прибора по регистрации движений глаз «Eyelink 1000+», инфракрасный излучатель и камера находились на столе, перед монитором. Каждый испытуемый сидел в комфортной позе на расстоянии 60 см от камеры и 90 см от монитора, на котором предъявлялись изображения. Для увеличения точности расчета положения взгляда в эксперименте использовалась подставка, фиксирующая положение головы испытуемого. Полное прохождение эксперимента с процедурой калибровки занимало от 20 до 30 минут.

В анализ вошли данные о том, верное или неверное изображение выбрал испытуемый в каждом экспериментальном задании, и данные о координатах взора испытуемых во время звучания предложения. Данные о времени реакции испытуемых были потеряны из-за технической ошибки. Анализ осуществлялся в среде R [R Core Team 2016]; для анализа доли времени, в течение которого испытуемые смотрели на изображение, использовался метод линейной регрессии, а для анализа того, как доля фиксаций на изображении меняется со временем — метод логистической регрессии из библиотеки `lme4` [Bates et al. 2015]. Каждая регрессионная модель позволяла коэффициентам для отдельных испытуемых и экспериментальных стимулов свободно варьировать.

Полученные данные и скрипт для анализа можно скачать на странице исследования [Пространство в языке].

3. Результаты

В среднем испытуемые сделали мало ошибок как в экспериментальных (3 %), так и в отвлекающих пробах (1 %). Доли правильных ответов в зависимости от экспериментального условия представлены в таблице 2.

Таблица 2

Доли правильных ответов в зависимости от условия

Конструкции	Прямой порядок	Непрямой порядок
Инструментальные	0,97	0,99
Предложные	0,97	0,96

Логистическая регрессия показала, что различия в долях правильных ответов между экспериментальными условиями не являются статистически значимыми.

Анализ доли фиксации на изображениях, соответствующих правильному и неправильному ответам, во время звучания каждого из двух критических слов в целевом регионе (прямой объект и инструментальная / предложная группа), однако, продемонстрировал ряд статистически значимых эффектов.

Первое слово. Во временном периоде, соответствующем первому слову в критическом регионе (например, *сумку*), был найден значимый эффект позиции изображения: на правильное изображение смотрят дольше, если оно находится слева на экране ($Est. = 0,05$, $SE = 0,02$, $t = 2,61$). На правильное изображение смотрят меньше при непрямом порядке слов вне зависимости от типа конструкции ($Est. = -0,06$, $SE = 0,03$, $t = -2,11$). Вероятно, это отражение сложности когнитивной обработки непрямого порядка слов, не позволяющего быстро обработать языковую конструкцию и выбрать правильное изображение.

Второе слово. Во временном периоде, соответствующем второму слову в критическом регионе (например, *в коробку*), найден значимый эффект позиции правильного изображения: на него смотрят дольше, если оно находится справа на экране ($Est. = 0,05$, $SE = 0,02$, $t = 3,14$). Также найдено значимое взаимодействие между порядком слов и типом конструкции ($Est. = 0,07$, $SE = 0,03$, $t = -2,20$): в предложных конструкциях нет значимой разницы между условиями, но в инструментальных конструкциях на правильное изображение смотрят дольше при непрямом порядке слов, соответствующем сенсомоторному стереотипу ($Est. = -0,05$, $SE = 0,01$, $t = -4,34$), т. е. в условии *накрывает шапкой шарф*.

Оба слова. Мы также проанализировали, как доля взглядов на оба изображения меняется со временем на отрезке звучания обоих критических слов. Для этого данные о том, смотрел ли испытуемый на правильное (кодировалось как 1) или неправильное (кодировалось как 0) изображение, были усреднены по 50-миллисекундным отрезкам времени для каждого испытуемого, экспериментального условия и экспериментальной пробы. Значимым оказался фактор времени (со временем вероятность смотреть на правильное изображение возрастает, $Est. = 50,06$, $SE = 1,95$, $z = 25,66$, $p < 0,001$) и взаимодействие типа конструкции и порядка слов. Взаимодействие носит тот же характер, что и в регионе второго слова: в предложных конструкциях нет значимой разницы между условиями, но в инструментальных конструкциях вероятность того, что испытуемый будет смотреть на правильное изображение, повышается при непрямом порядке слов, соответствующем сенсомоторному стереотипу ($Est. = -0,05$, $SE = 0,02$, $z = -2,82$, $p = 0,005$), см. рисунок 2 на с. 106.

4. Обсуждение

Мы ожидали, что в условиях, которые мы классифицировали как более трудные для понимания (непрямой порядок слов и несоответствие моторному стереотипу в предложных конструкциях: *положить в коробку сумку*; прямой порядок слов и несоответствие моторному стереотипу в инструментальных конструкциях: *накрыть шарф шапкой*), испытуемые будут дольше смотреть на неверное изображение или выбирать между двумя изображениями, и, как следствие, позднее переводить взгляд на верное. Полученные результаты лишь отчасти совпадают с этим предположением.

В соответствии с нашей гипотезой, инструментальные конструкции с непрямым порядком слов (*накрыть шапкой шарф*) обрабатываются легче, чем с прямым: анализ региона второго слова и двух слов демонстрирует, что в условиях с непрямым порядком слов

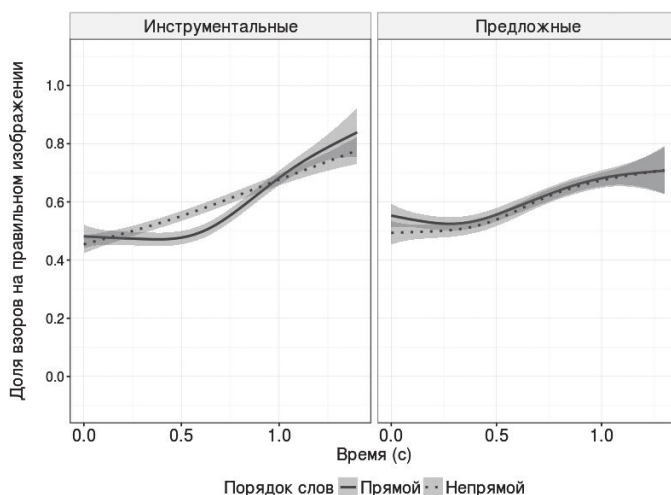


Рис. 2. Изменение доли взоров на правильном изображении со временем (регион обоих критических слов)

испытуемые дольше смотрят на правильное изображение, т. е. способны быстрее его идентифицировать. Это весомый аргумент в пользу влияния сенсомоторных стереотипов на обработку речи, потому что полученный результат не может быть объяснен прямым порядком слов; напротив, соответствие моторному стереотипу облегчает понимание инструментальных конструкций в большей степени, чем прямой порядок слов.

Однако мы нашли подтверждение гипотезы только в инструментальных конструкциях; напротив, ни в одном условии ни в одном виде анализа мы не нашли разницы в движениях глаз при понимании предложных конструкций, соответствующих и не соответствующих моторному стереотипу. Отсутствие эффекта требует дополнительных объяснений, учитывая, что конструкции с непрямым порядком слов, не соответствующим сенсомоторному стереотипу (*положить в коробку сумку*), должны были быть самыми сложными для понимания. Это не единственный подобный результат: разница в предложных конструкциях не была найдена также в экспериментах с участием пациентов с афазией [Крабис и др. 2015] и детей дошкольного возраста [Крабис и др. (в печати)], поэтому он носит воспроизводимый характер. Несоответствующие моторному стереотипу предложные конструкции с непрямым порядком слов по какой-то причине оказались такими же легкими для понимания, как и их пары с прямым порядком слов и соответствующие стереотипу. Одно из возможных объяснений заключается в том, что предложные конструкции можно понять, не обрабатывая флексии: в русском языке предлог обязательно связан с ближайшим существительным, и информации о линейном порядке предлога относительно существительных хватит для того, чтобы правильно восстановить смысл предложения. Мы не предполагаем, что здоровые носители русского языка игнорируют морфологическую информацию при конструировании смысла предложения (хотя Д. А. Чернова [2015] убедительно демонстрирует, что подобное также возможно), как могли бы делать дети и пациенты с афазией; более вероятно, что здоровые носители сначала осуществляют поверхностный анализ линейного порядка слов, и в результате этого поверхностного анализа взор уже может быть направлен на правильное изображение. Таким образом, время анализа и принятия решения сокращается, и мы не видим влияния сенсомоторного стереотипа на движения глаз.

Учитывая, что мы обнаружили влияние сенсомоторного стереотипа на обработку инструментальных, но не предложных конструкций, мы можем предположить иерархию сложности языковой обработки: предложные конструкции обрабатываются легко, и информация

о сенсомоторном стереотипе не влияет на их понимание; инструментальные конструкции труднее для понимания, и информация о сенсомоторном стереотипе облегчает их когнитивную обработку. Таким образом, сенсомоторные стереотипы могут облегчать языковую обработку, но только для сложных конструкций, их влияние не универсально. Возможно, что информация о сенсомоторных стереотипах входит в число эвристических, которые люди предположительно используют для того, чтобы получить поверхностное представление о содержании предложения до завершения полного синтаксического анализа; см. [Ferreira 2003; Ferreira, Patson 2007; Tabor et al. 2004].

Интересным результатом, не относящимся напрямую к теме исследования, стала роль линейного порядка изображений на экране: во временном регионе первого слова испытуемые больше смотрели на изображение слева, в регионе второго слова — на изображение справа, что соответствует направлению взгляда при чтении на русском языке (слева направо). Видимо, вследствие привычки к подобному расположению текста при чтении, при рассматривании изображений на экране взгляд тоже перемещается слева направо (см. также [Spalek, Hammad 2005; Locher et al. 2007]), альтернативная точка зрения представлена в [Nicholls, Roberts 2002]). Значимый эффект положения изображения на экране еще раз подчеркивает необходимость рандомизации условий эксперимента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Ахутина и др. 2016 — Ахутина Т. В., Корнеев А. А., Матвеева Е. Ю., Статников А. И. Понимание логико-грамматических конструкций у второклассников: нейролингвистический анализ механизмов // Сборник материалов Ежегодной международной научно-практической конференции «Воспитание и обучение детей младшего возраста». Вып. 5. М.: ООО «Мозаика-Синтез», 2016. С. 4—6. [Akhtutina T. V., Korneev A. A., Matveeva E. Yu., Statnikov A. I. Understanding of logical-grammatical constructions by second grade pupils: Neurolinguistic analysis of mechanisms. *Sbornik materialov Ezhegodnoi mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Vospitanie i obuchenie detei mladshogo vozrasta»*. No. 5. Moscow: ООО “Mozaika-Sintez”, 2016. Pp. 4—6.]
- Крабис и др. 2015 — Крабис А. В., Драгой О. В., Искра Е. В., Бергельсон М. Б. Понимание пространственных конструкций здоровыми людьми и пациентами с афазией // Печенкова Е. В., Фаликман М. В. (ред.). Когнитивная наука в Москве: новые исследования. М.: БукиВеди, 2015. С. 216—220. [Krabis A. V., Dragoi O. V., Iskra E. V., Bergel'son M. B. Understanding of spatial constructions by healthy people and patients with aphasia. *Kognitivnaya nauka v Moskve: novye issledovaniya*. Pechenkova E. V., Falikman M. V. (eds.). Moscow: BukiVedi, 2015. Pp. 216—220.]
- Крабис и др. (в печати) — Крабис А. В., Освепян М. А., Драгой О. В. Роль моторного стереотипа в понимании языковых пространственных конструкций детьми дошкольного возраста // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Лингвистика и межкультурная коммуникация (в печати). [Krabis A. V., Ovsepyan M. A., Dragoi O. V. The role of motor stereotype in understanding of linguistic spatial constructions by preschool age children. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Lingvistika i mezhkul'turnaya kommunikatsiya* (in print).]
- Лурия 1962 — Лурия А. Р. Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных поражениях мозга. М.: Издательство Московского университета, 1962. [Luriya A. R. *Vysshie korkovye funktsii cheloveka i ikh narusheniya pri lokal'nykh porazheniyakh mozga* [Human higher cortical functions and their failures as a result of local brain damage]. Moscow: Moscow Univ. Publ., 1962.]
- НКРЯ — Национальный корпус русского языка. <http://www.ruscorpora.ru>. [Natsional'nyi korpus russkogo yazyka [Russian National Corpus]. Available at: <http://www.ruscorpora.ru>.]
- Пространство в языке — Пространство в языке: роль сенсомоторных стереотипов в понимании пространственных языковых конструкций [Электронный ресурс]. 2016. URL: <https://www.hse.ru/neuroling/research/stereotypes> (дата обращения: 02.11.2016). [Prostranstvo v yazyke: rol' sensomotornykh stereotipov v ponimanii prostranstvennykh yazykovykh konstrukttsii] [Space in language: The role of sensorimotor stereotypes in understanding of spatical linguistic constructions]. [Electronic resource]. 2016. Available at: <https://www.hse.ru/neuroling/research/stereotypes> (accessed: 02.11.2016).]
- Сиротинина 1974 — Сиротинина О. Б. Современная разговорная речь и ее особенности. М.: Просвещение, 1974. [Sirotinina O. B. *Sovremennaya razgovornaya rech' i ee osobennosti* [Modern colloquial language at its characteristics]. Moscow: Prosveshchenie, 1974.]

- Статников и др. 2011 — Статников А. И., Драгой О. В., Бергельсон М. Б., Искра Е. В., Маннова Е., Скворцов А. А. Особенности понимания логико-грамматических конструкций при различных формах афазии // Печенкова Е. В., Фаликман М. В. (ред.). Когнитивная наука в Москве: новые исследования. М.: БукиВеди, 2011. С. 238—242. [Statnikov A. I., Dragoi O. V., Bergel'son M. B., Iskra E. V., Mannova E., Skvortsov A. A. Peculiarities of understanding of logical-grammatical constructions by patients with different forms of aphasia. *Kognitivnaya nauka v Moskve: novye issledovaniya*. Pechenkova E. V., Falikman M. V. (eds.). Moscow: BukiVedi, 2011. Pp. 238—242.]
- Федорова 2008 — Федорова О. В. Методика регистрации движений глаз «Визуальный мир»: шанс для сближения психолингвистических традиций // Вопросы языкознания. 2008. № 6. С. 98—120. [Fedorova O. V. Methods for registration of eye-movements «visual world»: a chance for a « rapprochement » of linguistic traditions. *Voprosy jazykoznanija*. 2008. No. 6. Pp. 98—120.]
- Чернова 2015 — Чернова Д. А. Синтаксический анализ предложения в процессе восприятия речи: экспериментальное исследование обработки синтаксически неоднозначных конструкций в русском языке // Вестник пермского университета. 2015. №. 1(29). С. 36—44. [Chernova D. A. Syntactic analysis of the sentence in the process of speech perception: Experimental study of processing of syntactically ambiguous constructions in Russian. *Vestnik Permskogo universiteta*. 2015. No. 1(29). Pp. 36—44.]
- Alday et al. 2014 — Alday P. M., Schlesewsky M., Bornkessel-Schlesewsky I. Towards a computational model of actor-based language comprehension. *Neuroinformatics*. 2014. Vol. 12. No. 1. Pp. 143—179.
- Bailyn 2012 — Bailyn J. F. *The syntax of Russian*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2012.
- Bates et al. 2015 — Bates D., Maechler M., Bolker B., Walker S. Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*. Vol. 67. No. 1. Pp. 1—48.
- Boersma, Weenink 2017 — Boersma P., Weenink D. *Praat: doing phonetics by computer* [Computer program]. 2017. Version 6.0.25. Available at: <http://www.praat.org/>.
- Bosbach et al. 2005 — Bosbach S., Cole J., Prinz W., Knoblich G. Inferring another's expectation from action: The role of peripheral sensation. *Nature Neuroscience*. 2005. Vol. 8. No. 10. Pp. 1295—1297.
- Buccino et al. 2005 — Buccino G., Riggio L., Melli G., Binkofski F., Gallese V., Rizzolatti G. Listening to action-related sentences modulates the activity of the motor system: A combined TMS and behavioral study. *Cognitive Brain Research*. 2005. Vol. 24. No. 3. Pp. 355—363.
- Chang, Jessop 2015 — Chang F., Jessop A. A cross-linguistic model of production and comprehension in visual worlds. Talk presented at the 28th Annual CUNY Conference on Human Sentence Processing (Los Angeles). 2015. Available at: https://dornsife.usc.edu/assets/sites/836/docs/CUNY_program_web_reduced_edits_sponsors.pdf.
- Coltheart 1999 — Coltheart M. Modularity and cognition. *Trends in Cognitive Sciences*. 1999. Vol. 3. No. 3. Pp. 115—120.
- Dyakonova 2009 — Dyakonova M. *A phase-based approach to Russian free word order*. Utrecht: LOT, 2009.
- Ferreira 2003 — Ferreira F. The misinterpretation of noncanonical sentences. *Cognitive Psychology*. 2003. Vol. 47. No. 2. Pp. 164—203.
- Ferreira, Patson 2007 — Ferreira F., Patson N. D. The 'good enough' approach to language comprehension. *Language and Linguistics Compass*. 2007. Vol. 1. No. 1—2. Pp. 71—83.
- Fodor 1986 — Fodor J. A. *The modularity of mind*. Cambridge (MA): MIT Press, 1986.
- González et al. 2006 — González J., Barros-Loscertales A., Pulvermüller F., Meseguer V., Sanjuán A., Belloc V., Ávila C. Reading cinnamon activates olfactory brain regions. *Neuroimage*. 2006. Vol. 32. No. 2. Pp. 906—912.
- Hauk et al. 2004 — Hauk O., Johnsrude I., Pulvermüller F. Somatotopic representation of action words in human motor and premotor cortex. *Neuron*. 2004. Vol. 41. No. 2. Pp. 301—307.
- Helbig et al. 2006 — Helbig H. B., Graf M., Kiefer M. The role of action representations in visual object recognition. *Experimental Brain Research*. 2006. Vol. 174. No. 2. Pp. 221—228.
- Kempen et al. 2012 — Kempen G., Olsthoorn N., Sprenger S. Grammatical workspace sharing during language production and language comprehension: Evidence from grammatical multitasking. *Language and Cognitive Processes*. 2012. Vol. 27. No. 3. Pp. 345—380.
- Levy 2008 — Levy R. Expectation-based syntactic comprehension. *Cognition*. 2008. Vol. 106. No. 3. Pp. 1126—1177.
- Locher et al. 2007 — Locher P., Krupinski E. A., Mello-Thoms C., Nodine C. F. Visual interest in pictorial art during an aesthetic experience. *Spatial Vision*. 2007. Vol. 21. No. 1. Pp. 55—77.
- Marino et al. 2012 — Marino B. F., Gallese V., Buccino G., Riggio L. Language sensorimotor specificity modulates the motor system. *Cortex*. 2012. Vol. 48. No. 7. Pp. 849—856.

- Meyer et al. 2016 — Meyer A. S., Huettig F., Levelt W. J. M. Same, different, or closely related: What is the relationship between language production and comprehension? *Journal of Memory and Language*. 2016. Vol. 89. Pp. 1—7.
- Nicholls, Roberts 2002 — Nicholls M. E. R., Roberts G. R. Can free-viewing perceptual asymmetries be explained by scanning, pre-motor or attentional biases? *Cortex*. 2002. Vol. 38. No. 2. Pp. 113—136.
- O'Grady, Lee 2005 — O'Grady W., Lee M. A mapping theory of agrammatic comprehension deficits. *Brain and Language*. 2005. Vol. 92. No. 1. Pp. 91—100.
- Pulvermüller et al. 2005 — Pulvermüller F., Hauk O., Nikulin V. V., Ilmoniemi R. J. Functional links between motor and language systems. *European Journal of Neuroscience*. 2005. Vol. 21. No. 3. Pp. 793—797.
- R Core Team 2016 — R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*. Vienna, Austria, 2016. Available at: <https://www.R-project.org/>.
- Simmons et al. 2005 — Simmons W. K., Martin A., Barsalou L. W. Pictures of appetizing foods activate gustatory cortices for taste and reward. *Cerebral Cortex*. 2005. Vol. 15. No. 10. Pp. 1602—1608.
- Spalek, Hammad 2005 — Spalek T. M., Hammad S. The left-to-right bias in inhibition of return is due to the direction of reading. *Psychological Science*. 2005. Vol. 16. No. 1. Pp. 15—18.
- Tabor et al. 2004 — Tabor W., Galantucci B., Richardson D. Effects of merely local syntactic coherence on sentence processing. *Journal of Memory and Language*. 2004. Vol. 50. No. 4. Pp. 355—370.
- Tanenhaus et al. 2000 — Tanenhaus M. K., Magnuson J. S., Dahan D., Chambers C. Eye movements and lexical access in spoken-language comprehension: Evaluating a linking hypothesis between fixations and linguistic processing. *Journal of Psycholinguistic Research*. 2000. Vol. 29. No. 6. Pp. 557—580.
- Tucker, Ellis 1998 — Tucker M., Ellis R. On the relations between seen objects and components of potential actions. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*. 1998. Vol. 24. No. 3. Pp. 830.

Получено / received 02.10.2016.

Принято / accepted 22.11.2016.