

Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии:  
по материалам международной конференции «Диалог 2017»

Москва, 31 мая — 3 июня 2017

## ОРФОГРАФИЧЕСКИЕ СОСЕДИ С ЗАМЕНОЙ БУКВЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МЕХАНИЗМОВ ЛЕКСИЧЕСКОГО ДОСТУПА

**Слюсарь Н. А.** (slioussar@gmail.com)

НИУ ВШЭ, Москва, и СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия

**Алексеева С. В.** (mail@s-alexeeva.ru)

СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия

## SUBSTITUTION NEIGHBORS IN THE STUDY OF LEXICAL ACCESS

**Slioussar N. A.** (slioussar@gmail.com)

HSE, Moscow, and St. Petersburg State University,  
St. Petersburg, Russia

**Alexeeva S. V.** (mail@s-alexeeva.ru)

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

The role of orthographic neighbors (e.g. bank—tank) in word processing has been discussed in many experimental studies. However, these studies have been conducted on a limited pool of languages, and many important questions are still unresolved. After creating a lexical database StimulStat that contains various neighborhood parameters for Russian, we conducted the first experiment with substitution neighbors in Russian. We used lexical decision task with priming, and manipulated the following factors: whether the prime is more or less frequent than the target, whether the prime is a nominative singular (primary) form or an oblique form, and whether the substituted letter is word-final or in the middle of the word. The results suggest that noun forms undergo morphological decomposition at a very early stage and shed new light on the process of activating candidates during lexical. The results also have practical significance because it is well known that spelling errors are influenced by neighborhood effects.

**Keywords:** mental lexicon, orthographic neighbors, substitution neighbors, inflectional morphology, Russian

## 1. Введение

Важнейшей задачей при чтении является распознавание слов, или лексический доступ. Это сложный процесс, ключевым элементом которого является анализ буквенного состава слова. Общеизвестно, что если навык чтения не находится на самом начальном уровне, человек не читает слова буква за буквой. На интуитивном уровне об этом свидетельствует то, что мы можем перепутать похожие по написанию слова и часто не замечаем мелких опечаток. Значительная часть научных исследований в этой области опирается на феномен так называемого орфографического соседства (например, [Acha, Carreiras 2014; Davis et al. 2009; Grainger 1992, 2008]).

Соседями называются цепочки букв (слова или квазислова), отличающиеся друг от друга на одну букву (например, *крот* — *кот*, *крот* — *кров*) или за счет перестановки букв (например, *крот* — *корт*). Например, было показано, что на доступ к слову в ментальном лексиконе (в частности, на скорость его прочтения) влияет число слов-соседей и их частотность [Andrews 1996, Segui, Grainger 1990]. Исходя из этого можно сделать вывод, что в процессе распознавания графического облика слова мы рассматриваем несколько возможных кандидатов и перебираем их в зависимости от их частотности. Кроме того, в связи с этим различные факторы, связанные с орфографическими соседями, контролируются при подборе стимулов во многих экспериментах, которые напрямую не связаны с проблемой орфографического сходства [White et al. 2008; Whitney, Lavidor 2004 и др.].

Эффекты соседства наблюдаются и при написании слов: например, известно, что мы чаще допускаем опечатки в тех словах, у которых много соседей [Roux, Bonin 2009]. Автоматические системы проверки орфографии в качестве вариантов замены в первую очередь предлагают реальные слова, которые являются соседями несуществующего слова. Таким образом, изучение орфографических соседств (в частности, то, какие типы соседей чаще путаются при прочтении и написании) имеет практическое значение. Этому и посвящено представленное в данной работе исследование.

Подобрать слова, у которых есть соседи определенного типа, используя обычные словари, практически невозможно. Поэтому для ряда языков созданы лексические базы данных, в которых эти параметры учитываются наравне с другими психолингвистически релевантными характеристиками [Boudelaa, Marslen-Wilson 2010; Davis 2005; Davis, Perea 2005; Duchon et al. 2013; New et al. 2004; и др.]. Мы создали первую такую базу данных на материале русского языка — *StimulStat* (<http://stimul.cognitivestudies.ru/>) [Alexeeva et al. 2015, 2016]. В ней представлено более 50 тысяч наиболее частотных слов русского языка, охарактеризованных по более чем 70 различным параметрам, связанным с частотностью, буквенным и фонемным составом, просодическими особенностями, семантикой, грамматическими характеристиками лемм и словоформ, с наличием близких по написанию слов и др. В данной работе представлено экспериментальное исследование, материал для которого был подобран при помощи этого ресурса. Оно направлено на прояснение ряда нерешенных вопросов, связанных с распознаванием графического облика слова и с другими аспектами лексического доступа.

В базе *StimulStat* представлены все основные типы орфографических соседей, которые рассматриваются в психолингвистической литературе: соседи с заменой одной буквы (*крот* — *кров*) [например, Coltheart et al. 1977]; соседи с удалением одной буквы (*крот* — *рот*) [например, Davis et al. 2009]; соседи со вставкой одной буквы (*кара* — *карат*) [например, De Moor, Brysbaert 2000]; соседи с перестановкой двух соседних (*баня* — *баян*) или несоседних (*кот* — *ток*) букв [например, Andrews 1996]. В проведенном нами эксперименте в качестве стимулов были использованы пары соседей с заменой одной буквы. При этом, в отличие от всех прочих аналогичных ресурсов, все расчеты в базе сделаны как для лемм (начальных форм), так и для словоформ<sup>1</sup>, и мы воспользовались этим преимуществом в нашем эксперименте.

Так как исследований, в которых задействованы слова-соседи, очень много, ниже мы остановимся только на нескольких вопросах, имеющих непосредственное отношение к нашей работе. Большая часть экспериментов в этой области использует методику принятия лексического решения с праймингом. Испытуемый должен как можно быстрее определить, является ли предъявленная ему на экране компьютера цепочка букв реальным словом или нет. При этом перед стимульной последовательностью на небольшой промежуток времени показывается другая последовательность (прайм). Например, если прайм совпадает с целевым словом, последнее распознается значительно быстрее, чем в контрольном условии (где стимул и прайм никак не связаны) [Acha, Carreiras 2014]. Это называется эффектом прайминга. Он связан с тем, что ключевое слово уже было активировано в ментальном лексиконе, и активировать его повторно занимает меньше времени.

Если прайм является соседом целевого слова, результат зависит от соотношения их частотности. В ряде работ было показано, что более частотные праймы замедляют обработку целевых слов по сравнению с контрольным условием, то есть наблюдается отрицательный прайминг-эффект [Davis, Lupker 2006; Duñabeitia et al. 2009; Segui, Grainger 1990]. Это связывают с тем, что в процессе восприятия прайма активируются близкие по написанию слова, а затем все варианты, кроме избранного, подавляются, что и приводит к замедлению. При этом для праймов, которые менее частотны, чем ключевые слова, значимых эффектов выявлено не было. Это может объясняться тем, что для более частотных слов менее заметен эффект подавления. Наконец, если праймом является квазислово, обработка целевого слова ускоряется. Предполагается, что в этом случае близкие по написанию слова активируются, но не подавляются. Учитывая некоторую неопределенность в этом вопросе, мы включили в наш эксперимент пары праймов и целевых слов с разным соотношением частотности.

Второй вопрос, который не был разрешен в предыдущих работах, касается места перестановки. Многочисленные исследования свидетельствуют об особой роли первой и последней буквы в слове: например, они распознаются

<sup>1</sup> Для каждой группы слов-соседей подсчитано количество входящих в нее слов, их суммарная частотность и некоторые другие характеристики. Кроме того, база дает возможность одновременно учитывать целый ряд других параметров (длину, слоговую структуру, грамматические характеристики и многое другое).

значимо быстрее, чем буквы, находящиеся в середине [Booma 1973; Gomez et al. 2008; Johnson et al. 2007; Tydgate, Grainger 2009]. Основываясь на этом, можно предположить, что место замены будет оказывать влияние на эффекты, связанные с соседством. Однако пока эта гипотеза не проверялась. В работе [Grainger 1988] сравнивались слова-соседи с заменой первой и последней буквы, и разница между ними оказалась незначимой. Однако Дж. Грейнджер и Х. Сеги [Grainger, Segui 1990] обращают внимание на то, что в этом эксперименте были использованы достаточно короткие слова, и предполагают, что при использовании более длинных слов могут обнаружиться различия как между этими двумя группами, так и между ними и соседями с заменой букв в середине слова. В проведенном нами эксперименте мы обращаемся к этому вопросу.

Наконец, эксперименты с использованием слов-соседей затрагивают целый ряд важных вопросов, не связанных непосредственно с распознаванием графического облика слова. Один из таких вопросов — проблема морфологического анализа при восприятии. Существующие модели рассматривают как словоформы [например, McClelland, Patterson 2002; Marslen-Wilson, Tyler 1997; Pinker 1991, 1999; Rumelhart, McClelland 1986; Ullman 2004], так и производные слова [Вааен et al. 1997; Pollatsek et al. 2000; Seidenberg, McClelland 1989; Taft, Forster 1975; Taft 2004 и др.] и ставят вопрос о том, хранится ли в ментальном лексиконе сложное слово или форма целиком или же содержащиеся в ней морфемы (в некоторых моделях реализованы обе опции).

Исследования с использованием слов-соседей проводятся прежде всего на материале соседей с перестановкой и основываются на предположении, что, если морфологический анализ начинается на самом раннем этапе, параллельно с распознаванием графического облика слова, связанные с соседством прайминг-эффекты будут значительно меньше или исчезнут наблюдаться в тех случаях, когда перестановка происходит на стыке морфем. Почти все существующие исследования сфокусированы на словообразовании [Beyersmann et al. 2013; Christianson et al. 2005; Duñabeitia et al. 2007; Masserang, Pollatsek 2012; Perea, Carreiras 2006; Rueckl, Rimzhim 2011; Sánchez-Gutiérrez, Rastle 2013]. Полученные результаты противоречивы: в одних исследованиях не было обнаружено прайминг-эффекта в условии с перестановкой букв на стыке морфем, в других прайминг-эффект наблюдался независимо от условия. Такое же противоречие наблюдается в работах, в которых рассматривается словоизменение (перестановки на стыке основы и окончания). Пока их всего две [Luke, Christianson 2013; Zargar, Witzel, 2016], поэтому очевидно, что необходимы дальнейшие исследования.

Мы обращаемся к этой задаче в нашем эксперименте, используя в качестве стимулов пары словоформ-соседей, где либо обе формы являются начальными, либо прайм стоит в форме косвенного падежа. Если процесс морфологического анализа при восприятии имеет место и начинается очень рано, мы можем ожидать связанные с соседством прайминг-эффекты в первом случае, но не во втором. Более того, в нашем эксперименте этот вопрос впервые рассматривается на материале соседей с заменой, а не с перестановкой.

## 2. Экспериментальное исследование

В эксперименте была использована методика принятия лексического решения с праймингом, описанная во введении. В качестве стимулов выступали пары словоформ-соседей с заменой одной буквы, подобранные с манипуляцией трех упомянутых выше параметров:

- место перестановки: конец слова (например, *казак* — *казан*) или середина слова (например, *пикет* — *пакет*);
- соотношение частотностей прайма и целевого слова: либо прайм частотнее, чем целевое слово (*ключ*, 32,3<sup>2</sup> — *клев*, 6,6), либо наоборот (*грот*, 1,2 — *гром*, 17,5);
- морфологический статус прайма: прайм — существительное в начальной форме (*голод* — *голос*) или в форме косвенного падежа (*ритма* — *рифма*).

В проведении эксперимента участвовала студентка СПбГУ Анастасия Петрова.

### 2.1. Метод

В эксперименте приняли участие 30 носителей русского языка в возрасте от 19 до 24 лет.

Используя базу данных *StimulStat*, мы отобрали стимульный материал: 64 существительных, которые имеют соседа с заменой одной буквы в начальной позиции. Средняя длина целевого слова — 4,7 буквы (диапазон: 4–7 букв), средняя частотность леммы — 55,7 на миллион (диапазон: 0,6–484,8 на миллион), а средняя частотность словоформы — 19,6 на миллион (диапазон: 0,17–155,3 на миллион). Отобранные пары целевых слов и праймов-соседей распределялись по восьми группам, представленным в Таблице 1 (по восемь пар на группу).

Таблица 1. Группы стимулов

Группа	Позиция перестановки	Форма прайма	Частотность прайма и цели	Пример
1a	середина слова	начальная	прайм частотней	<i>народ</i> — <i>наряд</i>
1b	середина слова	начальная	цель частотней	<i>пикет</i> — <i>пакет</i>
2a	середина слова	косвенная	прайм частотней	<i>тюрем</i> — <i>терем</i>
2b	середина слова	косвенная	цель частотней	<i>призов</i> — <i>призыв</i>
3a	конец слова	начальная	прайм частотней	<i>ключ</i> — <i>клев</i>
3b	конец слова	начальная	цель частотней	<i>грот</i> — <i>гром</i>
4a	конец слова	косвенная	прайм частотней	<i>зону</i> — <i>зонт</i>
4b	конец слова	косвенная	цель частотней	<i>меток</i> — <i>метод</i>

<sup>2</sup> Частотность указывается в количестве употреблений на миллион согласно словарю [Lyashevskaya O. N., Sharov 2009]. Здесь приведены частотности лемм, но при подборе стимулов учитывалась также частотность форм (согласно проекту «Частотная грамматика русского языка» [Lyashevskaya 2013]).

Чтобы подобрать праймы для контрольного условия, а также квазислова и праймы для них, для каждого уже отобранного нами прайма мы нашли по две словоформы, совпадающих с ним по длине и слоговой структуре и близких по частотности, но не обладающих орфографическим сходством с ним. На основании одной из этих словоформ создавалось квазислово<sup>3</sup>. Пример приведен в Таблице 2.

**Таблица 2.** Пример набора целевых стимулов и праймов

Целевое слово	Прайм 1 (эксп. условие для целевого слова)	Прайм 2 (контр. условие для целевого слова и квазислова)	Прайм 3 (эксп. условие для квазислова)	Квазислово
метла (лемма: 6,7, форма: 1,7)	метра (лемма: 115,2, форма: 12,9)	чёрта (лемма: 110,2, форма: 15,81)	листа (лемма: 127,6, форма: 13,78)	чёрса

Стимулы были распределены по двум экспериментальным протоколам. В первом протоколе целевое слово из первого набора предъявлялось после прайма 1 (т. е. в условии соседства), а квазислово — после прайма 2 (т. е. в контрольном условии). Целевое слово из второго набора предъявлялось после прайма 2 (в контрольном условии), а квазислово — после прайма 3 (в условии соседства) и т. д. Во втором протоколе условия были распределены зеркально. Каждый испытуемый проходил только один протокол.

Эксперимент проводился на персональном компьютере с использованием программы *PsyScope* [Cohen et al. 1993]. Сперва на экране предъявлялась инструкция:

«Уважаемый участник! Положите указательный палец правой руки на клавишу „J“ и указательный палец левой руки на клавишу „F“. Перед Вами на экране будет появляться знак „\*“, цепочка букв и затем другая цепочка букв. Ваша задача: как можно быстрее определить, является ли вторая цепочка букв словом русского языка. Если это слово, нажмите правую кнопку. Если это не слово, нажмите левую кнопку»<sup>4</sup>.

Затем испытуемым предъявлялись восемь тренировочных пар стимулов. После этого у них была возможность задать уточняющие вопросы. Далее следовал основной блок стимулов: 108 пар «прайм — целевое слово или квазислово».

Сперва испытуемый видел в центре экрана звездочку (точку фиксации). Временной интервал случайным образом выбирался из 1000, 1100, 1200, 1300, 1400 и 1500 мс. Это не позволяло испытуемым сформировать ожидания относительно того, когда появится прайм. Затем в центре экрана на 200 мс предъявлялся прайм. Он на 200 мс сменялся пустым экраном, после чего появлялся целевой стимул. Если испытуемый не нажимал на клавишу в течение 500 мс,

<sup>3</sup> Иначе испытуемые заметили бы, что сходство наблюдается только в парах с реальными словами.

<sup>4</sup> Половина испытуемых, проходивших каждый протокол, видела такую инструкцию, другая половина должна была нажимать на левую кнопку, если видит слово.

целевой стимул сменялся пустым экраном. Это было сделано для того, чтобы испытуемые отвечали быстрее. Если испытуемый не отвечал в течение последующих 1500 мс, на экране снова проявлялась звездочка, а затем — следующие прайм и стимул.

## 2.2. Результаты

В ходе эксперимента было сделано 3840 измерений времени реакции. Из них мы исключили 189 случаев (5%), где испытуемые дали неверный ответ. Ни один из участников не ошибался более чем в 15% случаев. Затем, как принято в такого рода исследованиях, мы удалили слишком быстрые (менее 100 мс) и слишком медленные (более 1500 мс) реакции, всего 109 случаев (3% от общего количества). Средние значения времени реакции для экспериментальных условий в различных группах, а также размер эффекта прайминга (разница между условием соседства и контрольным условием) даны в Таблице 3.

**Таблица 3.** Среднее время реакции и размер эффекта прайминга (в мс)

Группа	Целевой стимул	Конт-рольное условие	Условие соседства	Размер эффекта прайминга
1a «середина, нач. форма, прайм > цели»	слово	760,6	799,2	-38,6
1b «середина, нач. форма, прайм < цели»	слово	681,9	673,6	8,3
2a «середина, косв. форма, прайм > цели»	слово	758,1	769,7	-11,6
2b «середина, косв. форма, прайм < цели»	слово	729,6	703,5	26,1
3a «конец, нач. форма, прайм > цели»	слово	779,6	831,9	-52,3
3b «конец, нач. форма, прайм < цели»	слово	703,8	634,6	69,2
4a «конец, косв. форма, прайм > цели»	слово	718,0	722,3	-4,3
4b «конец, косв. форма, прайм < цели»	слово	703,2	691,0	12,3
1a	квазислово	765,6	779,2	-13,6
1b	квазислово	769,4	784,0	-14,7
2a	квазислово	745,6	748,4	-2,8
2b	квазислово	769,1	732,6	36,5
3a	квазислово	732,2	747,2	-15,1
3b	квазислово	772,0	763,5	8,5
4a	квазислово	755,7	757,2	-1,5
4b	квазислово	805,5	802,5	3,0

Чтобы установить, какие различия между условиями являются статистически значимыми, в программном пакете SPSS был проведен дисперсионный анализ с повторными измерениями (RM ANOVA). Сперва мы сравнили ответы в контрольном условии и в условии соседства внутри каждой группы. Значимая разница была обнаружена только для группы 3b, включающей стимулы-слова, где праймы являлись начальными формами и были менее частотны, чем целевое слово, а замена затрагивала последнюю букву ( $F(1, 230) = 10,02, p = 0,002$ ). Различия в остальных группах оказались незначимыми (для всех сравнений здесь и далее,  $p > 0,05$ ). Таким образом, можно предварительно сказать, что все исследуемые факторы играют роль для эффекта прайминга, связанного с наличием орфографических соседей с заменой одной буквы.

Затем мы взяли все реакции на стимулы-слова и протестировали значимость четырех факторов: позиции перестановки, формы прайма, соотношения частотности прайма и целевого слова, а также условия предъявления (условие соседства или контрольное). Прежде всего, значимым оказался фактор частотности ( $F(1, 1743) = 60,79, p < 0,001$ ). Это ожидаемый результат, так как частотность целевых слов в группах 1a, 2a, 3a и 4a была существенно выше, чем в группах 1b, 2b, 3b и 4b (средняя частотность лемм: 6,3 и 105,2 соответственно, средняя частотность форм: 2,2 и 37,0, средняя частотность лемм праймов: 95,5 и 11,9, средняя частотность форм праймов: 26,8 и 3,2).

Другие факторы не были значимыми, поэтому перейдем к их взаимодействиям. В первую очередь нас интересуют взаимодействия с фактором условия: они будут свидетельствовать о том, как другие факторы влияют на эффект прайминга. Значимости достигло взаимодействие факторов условия и частотности ( $F(1, 1743) = 7,88, p = 0,005$ ) и фактора условия и места перестановки ( $F(1, 1743) = 4,12, p = 0,043$ ). Это отражает тот факт, что в условиях, где прайм частотней целевого слова, время реакции в условии соседства в среднем больше, чем в контрольном, а в условиях, где целевое слово частотней прайма, наблюдается обратная картина, а также тот факт, что эффект прайминга более ярко выражен в условиях, где заменяется последняя буква, а не буква в середине.

Кроме того, значимым оказалось взаимодействие частотности и формы прайма ( $F(1, 1743) = 18,03, p < 0,001$ ). Можно заметить, что в условиях, где прайм был неначальной формой, разница между группами с более частотными и менее частотными стимулами меньше, чем в тех условиях, где прайм был начальной формой. Другие взаимодействия значимости не достигли.

### 3. Заключение

Результаты проведенного нами эксперимента проливают свет на целый ряд проблем, связанных с лексическим доступом. В предыдущих исследованиях, посвященных праймингу со словами-соседами, был обнаружен отрицательный прайминг-эффект, если прайм частотней целевого слова, и никаких значимых эффектов в обратной ситуации. В нашем исследовании также наблюдается тенденция читать целевое слово дольше, чем в контрольном условии, если прайм-сосед частотней, однако она не достигает статистической значимости. При этом



в одном из условий, где прайм-сосед менее частотен, чем целевое слово, впервые был обнаружен значимый положительный прайминг-эффект. И в целом взаимодействие фактора условия и фактора соотношения частотности оказалось статистически значимым. Это указывает на то, что подавление кандидатов, активированных и затем отвергнутых в процессе лексического доступа, может зависеть от соотношения частотностей этих кандидатов и целевого слова.

Роль места замены практически не исследована в существующей литературе. При этом ряд экспериментов, в которых перед участниками ставились другие задачи, прежде всего, поиск буквы в слове, указывает на особую роль первой и последней позиции. Однако полученные нами данные свидетельствуют о том, что делать на этом основании выводы об отборе слов-кандидатов в процессе лексического доступа, возможно, преждевременно. Замена буквы в конце слова оказалась в нашем эксперименте менее заметной, чем замена в середине (иначе говоря, праймы с заменой в конце воспринимались как более похожие на целевые слова, за счет чего прайминг-эффект был больше). Наконец, то, что в условии со значимым эффектом прайминга праймы предъявлялись в начальной форме, а не в форме косвенного падежа, свидетельствует о том, что морфологическая декомпозиция форм существительных не только имеет место, но и происходит на очень раннем этапе, параллельно с распознаванием графического облика слова.

В заключение заметим, что, эксперименты, в которых используются слова-соседи, многочисленны, но проводятся на небольшом числе языков. Это во многом связано с тем, что для подбора стимулов необходимы специализированные лексические базы данных. Теперь, когда подобная база создана для русского языка, такие эксперименты возможно проводить и на русском, и, как показывает проведенное нами исследование, они могут существенно дополнить общую картину. Отметим также, что эффекты соседства проявляются не только при чтении, но и при написании слов, влияя на количество и характер опечаток [Roux, Bonin 2009], поэтому полученные результаты имеют и практическое значение.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФ №16-18-02071.

## Литература

1. *Acha J., Carreiras M.* (2014), Exploring the mental lexicon: A methodological approach to understanding how printed words are represented in our minds, *Mental Lexicon*, Vol. 9, pp. 196–231.
2. *Alexeeva S. V., Slioussar N. A., Chernova D. A.* (2015), StimulStat: A Lexical Database for Linguistic and Psychological Research on Russian Language [StimulStat: baza dannyih, ohvatyivayuschaya razlichnyie harakteristiki slov russkogo yazyika, vazhnyie dlya lingvisticheskikh i psihologicheskikh issledovaniy], available at: <http://www.dialog-21.ru/digests/dialog2015/materials/pdf/AlexeevaSV SlioussarNACHernovaDA.pdf>.
3. *Alexeeva, S. V., Slioussar, N. A., Chernova, D. A.* (2016), Stimulstat: a database for linguistic and psychological studies on russian language, The Seventh International Conference on Cognitive Science. Abstarcts [Sed'maja mezhdunarodnaja konferencija po kognitivnoj nauke: Tezisy dokladov], Svetlogorsk, pp. 23–24.

4. *Andrews S.* (1996), Lexical retrieval and selection processes: Effects of transposed-letter confusability, *Journal of Memory and Language*, Vol. 35, pp. 775–800.
5. *Baayen R. H., Dijkstra T., Schreuder R.* (1997), Singulars and plurals in Dutch: Evidence for a parallel dual route model, *Journal of Memory and Language*, Vol. 37, pp. 94–117.
6. *Beyersmann E., Duñabeitia J. A., Carreiras M., Coltheart M., Castles A.* (2013), Early morphological decomposition of suffixed words: Masked priming evidence with transposed-letter nonword primes. *Applied Psycholinguistics*, Vol. 34, pp. 869–892.
7. *Boudelaa S., Marslen-Wilson W. D.* (2010), Aralex: A lexical database for Modern Standard Arabic, *Behaviour Research Methods*, Vol. 42, pp. 481–487.
8. *Bouma, H.* (1973), Visual interference in the parafoveal recognition of initial and final letters of words, *Vision Research*, Vol. 13, No. 4, pp. 767–782.
9. *Christianson K., Johnson R. L., Rayner K.* (2005), Letter transpositions within and across morphemes, *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 31, pp. 1327–1339.
10. *Cohen J. D., MacWhinney B., Flatt M. R., Provost J.* (1993), Psyscope: A new graphic interactive environment for designing psychology experiments, *Behavioral Research Methods*, Vol. 25, pp. 257–271.
11. *Coltheart M., Davelaar E., Jonasson T., Besner D.* (1977), Access to the internal lexicon. *Attention and Performance VI*, New York, Academic Press. pp. 535–555.
12. *Davis C. J.* (2005), N-Watch: A program for deriving neighborhood size and other psycholinguistic statistics, *Behavior Research Methods*, Vol. 37, pp. 65–70.
13. *Davis C. J., Lupker S. J.* (2006), Masked inhibitory priming in English: Evidence for lexical inhibition, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol. 32, No. 3, pp. 668–687.
14. *Davis C. J., Perea M.* (2005), BuscaPalabras: A program for deriving orthographic and phonological neighborhood statistics and other psycholinguistic indices in Spanish, *Behavior Research Methods*, Vol. 37, pp. 665–671.
15. *Davis C. J., Perea M., Acha J.* (2009), Re(de)fining the orthographic neighborhood: The role of addition and deletion neighbors in lexical decision and reading, *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 35, pp. 1550–1570.
16. *De Moor W., Brysbaert M.* (2000), Neighborhood-frequency effects when primes and targets are of different lengths, *Psychological Research*, Vol. 63, pp. 159–162.
17. *Duchon A., Perea M., Sebastián-Gallés N., Martí A., Carreiras M.* (2013), EsPal: one-stop shopping for Spanish word properties, *Behavior Research Methods*, Vol. 45, pp. 1246–1258.
18. *Duñabeitia J. A., Perea M., Carreiras M.* (2007), Do transposed-letter similarity effects occur at a morpheme level? Evidence for morpho-orthographic decomposition, *Cognition*, Vol. 105, pp. 691–703.
19. *Duñabeitia J. A., Perea M., Carreiras M.* (2009), There is no clam with coats in the calm coast: Delimiting the transposed-letter priming effect, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, Vol. 62, pp. 1930–1947.
20. *Gomez P., Ratcliff R., Perea, M.* (2008), The overlap model: A model of letter position coding, *Psychological Review*, Vol. 115, No. 3, pp. 577–600.
21. *Grainger J.* (1988), Neighborhood frequency effects in visual word recognition and naming. *IPO Annual Progress Report*, Vol. 23, pp. 92–101.

22. *Grainger J.* (1992), Orthographic Neighborhoods and Visual Word Recognition, *Advances in Psychology*, Amsterdam, North-Holland. pp. 131–146.
23. *Grainger J.* (2008), Cracking the orthographic code: An introduction, *Language and Cognitive Processes*, Vol. 23, pp. 1–35.
24. *Grainger J., Segui J.* (1990), Neighborhood frequency effects in visual word recognition: A comparison of lexical decision and masked identification latencies, *Perception & Psychophysics*, Vol. 47, No. 2, pp. 191–198.
25. *Johnson R. L., Perea M., Rayner K.* (2007), Transposed-letter effects in reading: Evidence from eye movements and parafoveal preview, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol. 33, pp. 209–229.
26. *Luke S. G., Christianson K.* (2013), The influence of frequency across the time course of morphological processing: Evidence from the transposed-letter effect, *Journal of Cognitive Psychology*, Vol. 25, pp. 781–799.
27. *Lyashevskaya O. N.* (2013), Lexico-grammatical frequency dictionary: A preliminary design [Chastotnyj leksiko-grammaticheskij slovar': prospect proekta], *Computational Linguistics and Intellectual Technologies: Proceedings of the International Conference "Dialogue 2013"* [Komp'yuternaya Lingvistika i Intellektual'nye Tekhnologii: Trudy Mezhdunarodnoy Konferentsii "Dialog 2013"], Bekasovo, pp. 478–489.
28. *Lyashevskaya O. N., Sharov S. A.* (2009), Frequency dictionary of modern Russian [Chastotnyj slovar' sovremennogo russkogo jazyka], Azbukovnik, Moscow.
29. *Marslen-Wilson W. D., Tyler L. K.* (1997), Dissociating types of mental computation, *Nature*, Vol. 387, pp. 592–594.
30. *Masserang K. M., Pollatsek A.* (2012), Transposed letter effects in prefixed words: Implications for morphological decomposition, *Journal of Cognitive Psychology*, Vol. 24, pp. 476–495.
31. *McClelland J.L., Patterson K.* (2002), Rules or connections in past-tense inflections: what does the evidence rule out?, *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 6, pp. 465–472.
32. *New B., Pallier C., Brysbaert M., Ferrand L.* (2004), Lexique 2: A new French lexical database, *Behavior Research Methods*, Vol. 36, pp. 516–524.
33. *Perea M., Carreiras M.* (2006), Do transposed-letter effects occur across lexeme boundaries?, *Psychonomic Bulletin and Review*, Vol. 13, pp. 418–422.
34. *Pinker S.* (1991), Rules of language, *Science*, Vol. 253, pp. 530–535.
35. *Pinker S.* (1999), *Words and rules: the ingredients of language*, New York, Harper Collins, 352 p.
36. *Pollatsek A., Hyönä J., Bertram R.* (2000), The role of morphological constituents in reading Finnish compound words, *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 26, pp. 820–833.
37. *Roux, S., Bonin, P.* (2009), Neighborhood effects in spelling in adults. *Psychonomic Bulletin and Review*, Vol. 16, pp. 369–373.
38. *Rueckl J. G., Rimzhim A.* (2011), On the interaction of letter transpositions and morphemic boundaries, *Language and Cognitive Processes*, Vol. 26, pp. 482–508.

39. Rumelhart D., McClelland J. (1986), On learning the past tenses of English verbs, *Parallel distributed processing: explorations in the microstructure of cognition*. Vol. 2. Cambridge, MA, MIT Press. pp. 216–271.
40. Sánchez-Gutiérrez C., Rastle K. (2013), Letter transpositions within and across morphemic boundaries: Is there a cross-language difference?, *Psychonomic Bulletin and Review*, Vol. 20, pp. 988–996.
41. Seidenberg M. S., McClelland J. L. (1989), A distributed, developmental model of word recognition and naming, *Psychological Review*, Vol. 96, pp. 523–568.
42. Segui J., Grainger J. (1990), Priming word recognition with orthographic neighbors: Effects of relative prime-target frequency, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol. 16 No. 1, pp. 65–76.
43. Taft M. (2004), Morphological decomposition and the reverse base frequency effect, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, Vol. 57A, pp. 745–765.
44. Taft M., Forster K. I. (1975), Lexical storage and retrieval of prefixed words, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, Vol. 14, pp. 638–647.
45. Tydgat I., Grainger J. (2009), Serial position effects in the identification of letters, digits, and symbols, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol. 35, No. 2, pp. 480–498.
46. Ullman M. T. (2004), Contributions of memory circuits to language: the declarative/procedural model, *Cognition*, Vol. 92, pp. 231–270.
47. White S. J., Johnson R. L., Liversedge S. P., Rayner K. (2008), Eye movements when reading transposed text: The importance of word-beginning letters, *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 34, pp. 1261–1276.
48. Whitney C., Lavidor M. (2004), Why word length only matters in the left visual field, *Neuropsychologia*, Vol. 42, pp. 1680–1688.
49. Zargar, E. S., Witzel, N. (2016), Transposed-Letter Priming Across Inflectional Morpheme Boundaries, *Journal of psycholinguistic research*, pp. 1–16.