

3. СТРАТЕГИИ ЗРИТЕЛЬНОГО ПОИСКА ПРИ ВОСПРИЯТИИ ПРОСТЫХ ВЕРБАЛЬНЫХ И НЕВЕРБАЛЬНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

С. В. Алексеева, А. С. Доброго

Введение

В последнее время буквенные последовательности стоят в центре внимания исследований, посвященным как распознаванию визуального облика слов (см. обзоры: Acha and Carreiras, 2014; Balota et al., 2011; Grainger, 2008; Rayner, 2009, 1998), так и изучению механизмов обработки зрительной информации в целом (Burnham et al., 2014; Prinzmetal and Millis-Wright, 1984; Eimer, 2014; Ktori et al., 2012; Tarkiainen et al., 2002 и др.). Тем не менее, буквы — это лишь один из возможных видов визуальных объектов, поэтому возникает проблема обобщения: обрабатываются ли буквенные последовательности так же, как линейные ряды, состоящие из многокомпонентных невербальных символов, или существуют отдельные, зависящие от типа объекта, механизмы? Ответ на этот вопрос поможет не только внести существенный вклад в понимание того, как устроено визуальное распознавание слов при чтении, но и понять общие стратегии, задействованные при обработке любой зрительной последовательности.

Одним из способов пролить свет на то, как обрабатываются ряды визуальных объектов, является задание на зрительный поиск (Hammond and Green, 1982; Pitchford et al., 2008). В рамках этого задания испытуемых просят решить (при помощи нажатия на кнопку), является ли заранее установленный символ (буква или невербальная форма) частью зрительного ряда, предъявляемого после символа. При нажатии на кнопку фиксируется ответ испытуемого и скорость реакции. Экспериментатор варьирует позицию, в которой появляется символ в ряду, что дает возможность построить график зависимости

скорости идентификации символа от его расположения в последовательности. Полученная функция поиска позволяет понять, какие позиции в зрительном ряду являются перцептивно выделенными и в какой последовательности происходит идентификация элементов визуального ряда.

Оба эти пункта представляют особый интерес для исследователей, изучающих механизмы визуального распознавания слов на ранних этапах процесса чтения. В этой области принято считать, что сначала читающие идентифицируют буквы, из которых состоит слово, затем происходит кодирование их позиции (Acha and Carreiras, 2014). Далее информация о выявленном орфографическом составе слова передается на фонологический и семантический уровень.

В настоящее время имеется два основных типа моделей идентификации букв и их позиций в слове: последовательное (Whitney, 2001) и параллельное (Grainger and Van Heuven, 2003) сканирование. В первом случае предполагается, что буквы в словах начинают обрабатываться последовательно, одна за другой, в направлении, заданном системой письма (для русского и английского — слева направо, для иврита и арабского — справа налево). Представители второго направления считают, что все буквы считываются параллельно. Задача на зрительный поиск, в которой минимизируется влияние фонологических и семантических уровней распознавания (Tudgat and Grainger, 2009), позволяет пролить свет на то, какая модель в большей степени соответствует реальности (Ktori and Pitchford, 2010). То есть предполагается, что данная задача вскрывает механизмы, которые используются людьми во время низкоуровневой обработки слов при чтении (Green and Meara, 1987).

Если в результате задачи на зрительный поиск обнаруживается линейное увеличение времени идентификации буквы от первой позиции к последней, то считается, что опознавание букв происходит последовательно. Отсутствие сильного линейного компонента говорит либо о параллельной обработке букв, либо о холистическом¹ распознавании целого слова (Pitchford et al., 2008).

Далее обратимся к результатам уже проведенных экспериментов.

В экспериментах на английском языке (Hammond and Green, 1982; Green et al., 1983) было показано, что функция поиска в последовательности из 5 случайно выбранных букв представляет собой *M-образную* кривую, в которой прослеживаются значимые как линейный и квадра-

¹ Здесь имеется в виду, что читающие вовсе не вычленяют элементы, из которых состоят слова.

тичный, так и биквадратный² компоненты. В других исследованиях (Pitchford et al., 2008; Ktori and Pitchford, 2010) вместо компонентного анализа было произведено сравнение времени реакции в некоторых ключевых позициях. Было обнаружено, что, во-первых, время в первой позиции значимо меньше, чем в пятой (аналог положительной линейной зависимости), во-вторых, испытуемым требуется меньше времени, чтобы идентифицировать букву в пятой позиции, чем в четвертой и во второй позиции, чем в первой (аналог биквадратного компонента). Эти два результата говорят о том, что при визуальной обработке слов английского языка читающие используют одновременно последовательную и параллельную стратегии кодирования позиции букв (Ktori and Pitchford, 2008, 2010). Второй факт также свидетельствует в пользу перцептивной значимости крайних букв, причем в особенности первой: она является самой «быстрой» из-за того, что обладает преимуществом как от последовательного, так и от параллельного сканирования.

Задача зрительного поиска может вскрыть и другие особенности низкоуровневой обработки слов. В исследовании (Pitchford et al., 2008) на английском языке было показано, что на функцию поиска оказывает влияние не только то, где располагается буква в случайной последовательности букв, но и то, что эта за буква. Испытуемые реагировали быстрее всего на букву S, а медленнее всего на букву N. Кроме того, люди быстрее распознавали те буквы, которые чаще встречаются в текстах. Другой выявленной особенностью стало то, что скорость реакции в самой частотной для буквы позиции была значимо меньше, чем в самой редкой. В другом исследовании (Acha and Perea, 2010) изучались два вопроса: изменяется ли функция поиска в зависимости от того, представляет ли целевая буква гласный или согласный звук, и каким образом лексический статус последовательности (настоящее слово или произносимое псевдослово³) участвует в процессе распознавания слов на ранних стадиях процесса чтения. Ученые обнаружили, что фонологический статус передаваемого буквой звука не играет роли, однако функция поиска отражает частотные закономерности: гласные в пятибуквенных словах испанского языка встречаются в пятой позиции чаще, чем в первой, а согласные наоборот. Скорость реакции при поиске буквы в реальном слове не отличалась от той, которая была найдена для псевдослов.

² Функция четвертой степени.

³ В предыдущих исследованиях всегда использовались непроезносимые случайные последовательности букв.

Оба эти исследования показывают, что частотные характеристики орфографического представления, так же как и выбор стратегии идентификации букв и их позиций, может моделировать низкоуровневые механизмы распознавания слов при чтении. Другим выводом является то, что задача на зрительный поиск не отражает процессы, связанные с более высокой обработкой (где важен лексический статус слова).

Обратимся теперь к невербальным последовательностям. Если провести аналогичный эксперимент с лингвистическими *формами*, то график зависимости будет соответствовать *U-образной* кривой с сильным квадратичным компонентом: минимальная задержка реакции в центре символьной последовательности — в месте фиксации глаз на стимуле⁴ — с постепенным увеличением времени реакции к концам последовательности (Hammond, Green 1982; Green et al., 1983; Green and Meara, 1987). Причем функция поиска не изменится, если использовать в качестве стимулов знакомые или незнакомые символы, а также символы с устоявшимся именем (треугольник, квадрат, сердечко и др.) или без такового (Hammond, Green, 1982).

Стоит отметить, что выявленные зависимости хорошо согласуются с особенностями строения глаз человека. В точке фиксации разрешающая способность глаз максимальна, к краям последовательности острота зрения падает (Tydgat and Grainger, 2009). Таким образом, распознавание символов должно быть тем хуже, чем дальше они отстоят от точки фиксации. Как было показано выше, для букв функция поиска сильно отклоняется от этой базовой (с точки зрения устройства зрительной системы) формы. Такое же отклонение было найдено и для цифр: когда людей просили идентифицировать цифру в составе числа, зависимость скорости реакции от позиции числа в последовательности также представляла собой *M-образную* кривую с сильными линейным и биквадратным компонентами (Hammond and Green, 1982). Наоборот, если человек не знает той или иной письменности, то буквы такого языка начинают восприниматься как лингвистические формы (производят *U-образную* функцию поиска) (Ktori and Pitchford, 2008, 2009; Tydgat and Grainger, 2009).

Разницу между полученными результатами объясняют тем, что люди используют различные стратегии при обработке визуальных рядов, составленных из вербальных и невербальных символов (Hammond and

⁴ Обычно в задаче зрительного поиска целевой символ, как и стимульная последовательность помещается в центре экрана (Hammond and Green, 1982; Green and Meara, 1987; Pitchford et al., 2008; Ktori and Pitchford, 2008, 2010). Таким образом, первая фиксация оказывается всегда в центре зрительного ряда.

Green 1982; Green et al., 1983; Green and Meara, 1987; Randall and Meara, 1988; Pitchford et al., 2008; Ktori and Pitchford, 2009, 2010; Tydgat and Grainger, 2009; Acha and Perea, 2010; Grainger et al., 2010; Chanceaux and Grainger, 2012). Если сравнить две функции, то можно заметить, что обработка вербальных рядов отличается от обработки невербальных рядов в двух аспектах: наличием положительного линейного компонента от начала ряда к концу ряда и сокращением времени реакции в крайних позициях (эффект крайних букв) (Hammond and Green, 1982).

В соответствии с теорией М. Ктори и Н. Питчфорда, описанной выше, линейный компонент связан с последовательным сканированием позиций при распознавании слов по время чтения, а эффект крайних букв с дополнительным параллельным сканированием (Ktori and Pitchford, 2008, 2009, 2010; Pitchford et al., 2008). Помимо стратегии идентификации букв на функцию поиска оказывают влияние частотные особенности орфографического представления (Pitchford et al., 2008; Acha and Perea, 2010). Объяснение линейного компонента через последовательную идентификацию позиции поддерживается также в исследованиях Д. В. Грина и И. Дж. Хаммонда (Hammond and Green, 1982; Green et al., 1983).

Однако существует альтернативная теория (Tydgat and Grainger, 2009; Grainger et al., 2010; Chanceaux and Grainger, 2012), объясняющая различные функции поиска для букв/цифр и нелингвистических форм. В этой теории (назовем ее теория Й. Грейнджера и коллег) предполагается, что идентификация букв всегда идет параллельно, а разница в распознавании крайних элементов связана с тем, что буквы (и цифры) менее подвержены боковой интерференции (crowding). Под боковой интерференции понимается то, что людям труднее распознать символы, окруженные другими символами, чем символы, представленные в изоляции (Vouma, 1973; Levi, 2008). В исследовании (Grainger et al., 2010) было получено, что при наличии соседей с двух сторон нелингвистические формы дают такое же ухудшение в распознавании, как если бы они были окружены только одним соседом. Для букв обнаруживается резкий подъем в точности распознавания при наличии пробела с одной стороны (т. е. тогда, когда буквы располагаются на концах последовательности). Этим объясняется существенное сокращение времени реакции в крайних позициях в буквенных рядах, тогда как в последовательностях, составленных из нелингвистических форм, такого эффекта нет.

Что касается значимого линейного компонента для вербальных рядов, выявленного в предыдущих исследованиях, то исследователи

считают, что он обусловлен главным образом ускорением идентификации в первой позиции, а не собственно последовательным механизмом кодирования позиций (Tudgat and Grainger, 2009). Поэтому в их теории в вербальных рядах символы страдают от боковой интерференции слева больше, чем справа (при направлении чтения слева направо). Таким образом, первая буква, которая не имеет соседа слева, распознается быстрее, чем последняя буква.

Кроме того, в исследовании (Chanceaux and Grainger, 2012) ученые не смогли получить значимую корреляцию между точностью распознавания и позиционной частотностью букв. Это, по их мнению, ставит под сомнение предположение о том, что статистические закономерности орфографического представления влияют на функцию поиска в вербальных рядах, как утверждает в исследовании (Pitchford et al., 2008).

Функции зрительного поиска в буквенных последовательностях и тип системы письма

Каким бы способом мы не объясняли отличие между функциями поиска в вербальных и невербальных рядах (см. выше), но если дело именно в различии между вербальным и невербальным статусом входящих в зрительный ряд элементов, то *М-образная* зависимость в буквенных последовательностях должна быть универсальна для всех языков и систем письменности. Рассмотрим в этом аспекте данные, полученные на языках, отличных от английского.

В экспериментах на греческом языке (Ktori and Pitchford, 2008) и испанском (Green and Meara, 1987) функция поиска практически совпала с той, которая была обнаружена для английского языка. Единственное отличие заключалось в том, что не было выявлено существенного сокращения времени реакции в пятой позиции относительно четвертой. Также проводились исследования на носителях французского языка (Tudgat and Grainger, 2009; Grainger et al., 2010; Chanceaux and Grainger, 2012). В этих исследованиях ученые измеряли не время реакции, а количество ошибок, однако функция поиска осталась прежней — *М-образной* кривой (меньше всего ошибок было в первой позиции, в третьей меньше, чем в четвертой и второй, а в пятой меньше, чем в четвертой).

Приверженцы теории М. Ктори и Н. Питчфорда объяснили этот факт типом орфографии (Ktori and Pitchford, 2008, 2009, 2010; Pitchford et al., 2008). Греческий и испанский языки относятся к языкам с прозрачной (transparent) орфографией (более-менее регулярным способом

перевода графем в фонемы), в то время как в английском орфография глубинная, непрозрачная (deep). Вследствие этого, ученые заключили, что носители языков с прозрачной орфографией пользуются скорее стратегией последовательного сканирования при распознавании букв при чтении, а в языках с большим количеством нерегулярностей при соотношении графем и фонемам важны оба способа обработки (Ktori and Pitchford, 2008, 2010). Данные, полученные на носителях французского языка (языка с непрозрачной орфографией), согласуются с выводами исследователей.

В арабском, где не пишутся гласные, и в китайской, где нет прямого соотношения между иероглифами и произношением, в полном соответствии с теорией М. Ктори и Н. Питчфорда, не было обнаружено значимого линейного компонента (хотя для арабского была намечена тенденция в соответствии с направлением чтения) (Green and Meara, 1987). Для обоих языков функция поиска представляла собой *U-образную* кривую. В исследовании (Randall and Meara, 1988) на арабском языке помимо квадратичного был также найден значимый линейный компонент (в направлении чтения: справа налево), но он сильно уступал первому в предсказательной силе разброса данных (0,8 vs 0,1). Эти результаты можно интерпретировать следующим образом: носители китайского языка при чтении используют пословное распознавание, а в арабском языке доминирует параллельное кодирование позиций. Таким образом, М. Ктори и Н. Питчфорд сделали вывод, что в вербальных рядах исходная *U-образная* функция поиска изменяется в зависимости от стратегий кодирования позиций букв в том или ином языке, которые в свою очередь зависят от типа орфографии и направления чтения.

Что касается теории Й. Грейнджера и коллег, то, если данные китайского языка еще можно объяснить тем, что сложность иероглифов вызывает такую же силу интерференции, как нелингвистические формы, то отсутствие сокращения в скорости реакции в последней позиции по сравнению с предыдущей в экспериментах на греческом и испанском языках вызывают некоторую сложность.

Функции зрительного поиска в буквенных последовательностях и обучение чтению

Из обеих рассмотренных выше теорий следует, что дети, до овладения навыками чтения, должны реагировать на буквы также, как и на нелингвистические формы.

При тестировании пятилетних детей (Green et al., 1983), носителей английского языка, не было обнаружено ярко выраженной *U-образной* кривой. Хотя функция поиска была похожа скорее на горизонтальную линию, также не было выявлено и значимого линейного компонента. Последовательности из нелингвистических символов они обрабатывали так же, как и взрослые. Исследователи заключили, что уже при первом знакомстве с правилами чтения дети начинают вырабатывать стратегии обработки буквенных рядов, оптимальные для распознавания слов при чтении (Green et al., 1983).

Если считать, что при обучении чтению дети поняли, что существуют отдельные буквы, из которых состоят слова, но еще не выработали частотных закономерностей встречаемости букв в каждой позиции последовательности (для них каждая буква равновероятна в каждой позиции), то результаты данного эксперимента скорее согласуются с теорией М. Ктори и Н. Питчфорда. Они утверждают, что статистические особенности орфографического представления могут влиять на функцию зрительного поиска.

Экспериментальное исследование восприятия простых вербальных и невербальных последовательностей носителями русского языка

В настоящем исследовании мы ставим своей целью проверить состоятельность теории М. Ктори и Н. Питчфорда (Ktori and Pitchford, 2008, 2009, 2010; Pitchford et al., 2008) и теории Й. Грейнджера и коллег (Tydgat and Grainger, 2009; Grainger et al., 2010; Chanceaux and Grainger, 2012) относительно восприятия вербальных и невербальных рядов в задаче зрительного поиска носителями русского языка. В рамках этой задачи испытуемым необходимо определить, является ли заданный символ частью стимульной последовательности. Варьируя место расположения символа в последовательности и измеряя скорость реакции, можно понять, в какой последовательности обрабатываются элементы в зрительном ряду и как кодируются позиции элементов. Считается, что если использовать буквенные последовательности в качестве стимулов в такой задаче, то можно вскрыть механизмы, лежащие в основе распознавания слова на ранних этапах процесса чтения (Green and Meara, 1987; Tydgat and Grainger, 2009; Ktori and Pitchford, 2010).

По теории М. Ктори и Н. Питчфорда идентификация букв и кодирование их позиций зависит от типа орфографии исследуемого

языка. Для языков с глубокой орфографией действует одновременно последовательное и параллельное сканирование, что дает *M-образную* кривую в задаче зрительного поиска. Если переход из граммем в фонемы регулярный (орфография прозрачная), то читающие будут использовать скорее последовательную обработку позиций в слове, и функция поиска будет больше похожа на линию. Также на функцию поиска могут оказывать влияние статистические закономерности орфографического представления того или иного языка.

Й. Грейнджер с коллегами считает, что распознавание букв происходит всегда параллельно, но из-за спада остроты зрения к концам слова и меньшей силы боковой интерференции на концах слова функция поиска будет всегда представлять собой *M-образную* кривую (независимо от типа орфографии или частотных особенностей языка).

Считается, что в русском языке орфография прозрачная (Abu-Rabia, 2001; Grigorenko, 2013), поэтому с позиций теории М. Ктори и Н. Питчфорда функция поиска должна содержать значимый линейный компонент, в то время как квадратичный и биквадратный компоненты не должны быть сильно выражены. Теория Й. Грейнджера и коллег предполагает в этом случае классическую *M-образную* кривую. Кроме того, в первом случае исследователи будут ожидать влияния статических закономерностей русского языка на функцию поиска (частотности букв и то, какую букву необходимо найти), а втором случае нет. В первом эксперименте на материале русского языка мы исследуем предсказания каждой теории.

В нашем исследовании мы затронем еще один вопрос. Обе теории предполагают, что если носителям одной письменности предоставить буквенные ряды другой, незнакомой им письменности, то они будут расценивать их как нелингвистические формы. То есть функция поиска будет представлять *U-образную* кривую. Это было подтверждено на носителях арабского, китайского и греческого языка, которые выполняли задачу зрительного поиска на буквенных последовательностях английского языка (Green and Meara, 1987, Randall and Meara, 1988, Ktori and Pitchford, 2008) и на носителях английского и французского языка, которые искали греческие буквы (Ktori and Pitchford, 2008, Tydgate and Grainger, 2009). Можно заметить, что еще не было проведено сравнения, в котором носители алфавитной письменности осуществляли поиск в последовательности из логографических элементов. Второй эксперимент был проведен для того, чтобы заполнить данный пробел.

Эксперимент 1

Данный эксперимент направлен на то, чтобы выявить функцию поиска в буквенном ряду на русском языке. Доминирование линейного компонента будет свидетельствовать в пользу теории М. Ктори и Н. Питчфорда (Ktori and Pitchford, 2008, 2009, 2010; Pitchford et al., 2008), в соответствии с которой идентификация букв и кодирование позиций в слове обусловлены типом орфографии. *М-образная* функция даст поддержку теории Й. Грейнджера и коллег (Tydgat and Grainger, 2009; Grainger et al., 2010; Chanceaux and Grainger, 2012), которые утверждают, что при распознавании слов на ранних этапах процесса распознавания мы используем параллельное сканирование.

Если в результате проведенного эксперимента мы обнаружим, что качество буквы (то, какую букву нужно найти) влияет на функцию поиска, то это будет дополнительной поддержкой в пользу теории М. Ктори и Н. Питчфорда.

Кроме того, наш эксперимент направлен на то, чтобы реплицировать полученный в предыдущих исследованиях результат (Green and Meara, 1987), показывающий, что лексический статус буквенной последовательности не влияет на функцию поиска, вследствие чего эту задачу можно использовать для изучения низкоуровневой обработки слов во время чтения.

Участники

В исследовании приняло участие 100 взрослых носителей русского языка в возрасте от 18 до 37 лет. Они не были знакомы с целью исследования и приняли участие в эксперименте добровольно и безвозмездно.

Дизайн и материалы

При проведении эксперимента исследовались две внутригрупповые переменные: *позиция буквы в последовательности* (от 1 до 5) и *качество предъявляемого символа* (33 кириллические буквы); и одна межгрупповая: тип буквенной последовательности (*реальное слово русского языка vs. произносимое псевдослово*).

В рамках эксперимента были предъявлены все 33 буквы русского алфавита. Для каждой предъявляемой буквы мы подобрали по 4 слова (которое содержало данную букву) на каждую из 5 позиций. Мы отбирали слова из Частотного словаря русского языка (Ляшевская и Шаров, 2009) посредством базы данных StimulStat (Alexeeva et al., 2016). Не все буквы русского алфавита встречаются во всех позициях в

пятибуквенных словах. Поэтому в эксперименте не было представлены слова для букв й, ь, ы, ь в первой позиции, для буквы ь, э в четвертой позиции и для буквы щ в пятой позиции. Также не для всех пар буква/позиция можно было найти по 4 слова в Частотном словаре русского языка, из-за этого участники эксперимента принимали решение только для трех слов, когда их просили отыскать щ, э во второй позиции и ь, э в третьей позиции; для двух слов, когда их просили найти й, ц, ь во второй позиции; и для одного слова, когда нужно было найти букву э в пятой позиции.

Таким образом, всего в эксперименте было использовано 615 реальных слов русского языка. Поскольку общее количество единиц оказалось достаточно большим, мы разбили все стимулы на 5 экспериментальных листов. В каждом экспериментальном листе предьявлялись все 33 буквы, но только в одной из пяти возможных позиций. Из-за отсутствия или недостатка слов для некоторых пар буква/позиция (см. выше), невозможно было распределить слова по экспериментальным листам равномерно. Кроме того, раскидывая слова по экспериментальным листам, мы старались сделать так, чтобы в каждой позиции было одинаковое число букв, передающих гласный звук (10 букв в русском языке — гласные) и одинаковое число букв, имеющих выносной элемент (9 букв содержат выносной элемент). В итоге в первом экспериментальном листе содержалось 116 единиц, во втором — 124, в третьем — 130, в четвертом — 124 и в пятом — 121.

Задача на зрительный поиск предполагает, что помимо случаев, когда искомый символ содержится в исходной последовательности, должны быть случаи (филлеры), в которых он будет отсутствовать. В качестве филлеров мы использовали слова из предыдущего по номеру экспериментального листа, но с другой (отсутствующей в слове) искомой буквой.

После того, как мы сформировали экспериментальные листы для реальных слов русского языка, мы обратились к конструированию произносимых псевдослов. Для этого мы написали специальный скрипт на языке Python. На вход этому скрипту подаются уже отобранные реальные слова в паре с буквой, для которой они были найдены, и позицией этой буквы, а также список всех возможных биграмм (двух смежных букв), которые встречаются в Частотном словаре русского языка, вместе с позицией нахождения этой биграммы в слове. Скрипт случайным образом генерирует псевдослово из реального слова так, чтобы, во-первых, псевдослово содержало ключевую букву в той же

позиции, что и реальное слово; во-вторых, чтобы слоговая структура (CVCCV для слова кошка, где С — согласная⁵, V — гласная) псевдослова и ключевого слова была идентична; и, в-третьих, чтобы каждые две подряд идущие буквы (биграммы) в полученном псевдослове содержались в каком-нибудь другом реальном слове из Частотного словаря русского языка в той же позиции. Приведем пример одного сгенерированного псевдослова: для слова *тюбик* было сконструировано слово *фюран*. Как видно, оба слова обладают слоговой структурой CVCVC, имеют букву *ю* во второй позиции, слово *фюран* состоит из четырех биграмм *фю*, *юр*, *ра*, *ан*, которые встречаются в следующих словах русского языка в аналогичных позициях: *фюлер*, *Цюрих*, *экрaн*, *декан*. Сформированные псевдослова отсматривались авторами на предмет благозвучия (при необходимости скрипт запускался заново).

Сгенерированные псевдослова были распределены по 5 экспериментальным листам в соответствии с исходными словами, для которых они были подобраны. Так же как у реальных слов, филлеры представляли собой стимулы из предыдущего по номеру экспериментального листа, но с другой (отсутствующей в псевдослове) искомой буквой.

В результате мы получили 10 экспериментальных листов, которые были случайным образом распределены между 100 участниками.

Процедура

Эксперимент проводился в тихом помещении, каждый испытуемый тестировался индивидуально. При проведении эксперимента использовалось программное обеспечение E-prime. В каждой пробе искомая буква предьявлялась в центре экрана на 1000 мс, далее следовал пустой экран (500 мс). Затем предьявлялся буквенный ряд (слово или псевдослово в центре дисплея), он оставался на экране до ответа испытуемого (см. рис. 1). Участников просили нажать на клавишу ‘/’ при обнаружении стимульной буквы в ряду, и клавишу ‘z’ при ее отсутствии. Решение необходимо было принимать как можно точнее и быстрее. Буква и стимульная последовательность предьявлялись в нижнем регистре белым цветом на черном фоне (шрифт Georgia). Мы использовали 36 кегль для показа ключевой буквы и 18 кегль для стимульной последовательности⁶.

⁵ Буквы *ь* и *ъ* мы также отнесли к согласным.

⁶ Временные интервалы и способ показа стимулов в целом был таким же, как в исследовании (Pitchford et al., 2008). Отличия заключались в выборе шрифта (Georgia в нашем vs. Geneva у Н. Питчфорда и коллег), регистра (нижний у нас vs. верхний у Н. Питчфорда и коллег) и размере шрифта стимульной последовательности (18 у нас vs. 36 у Н. Питчфорда и коллег).

Эксперимент был разбит на четыре блока приблизительно по 50 проб. Распределение стимулов по блокам и показ стимулов внутри блока осуществлялся случайным образом для каждого испытуемого. После каждого блока следовал перерыв, во время которого испытуемый мог взять паузу на неограниченное количество времени. Следующий блок начинался, как только испытуемый нажимал любую кнопку ответа (клавишу '/' или клавишу 'z').

Программное обеспечение регистрировало ответ испытуемых и время реакции. Если испытуемые принимали решение относительно некоторого стимула дольше, чем 2000 мс, то такой ответ исключался из дальнейшего анализа. Порог взят из ранее рассмотренного исследования (Pitchford et al., 2008). Всего из анализа был удален 1 % таких ответов.

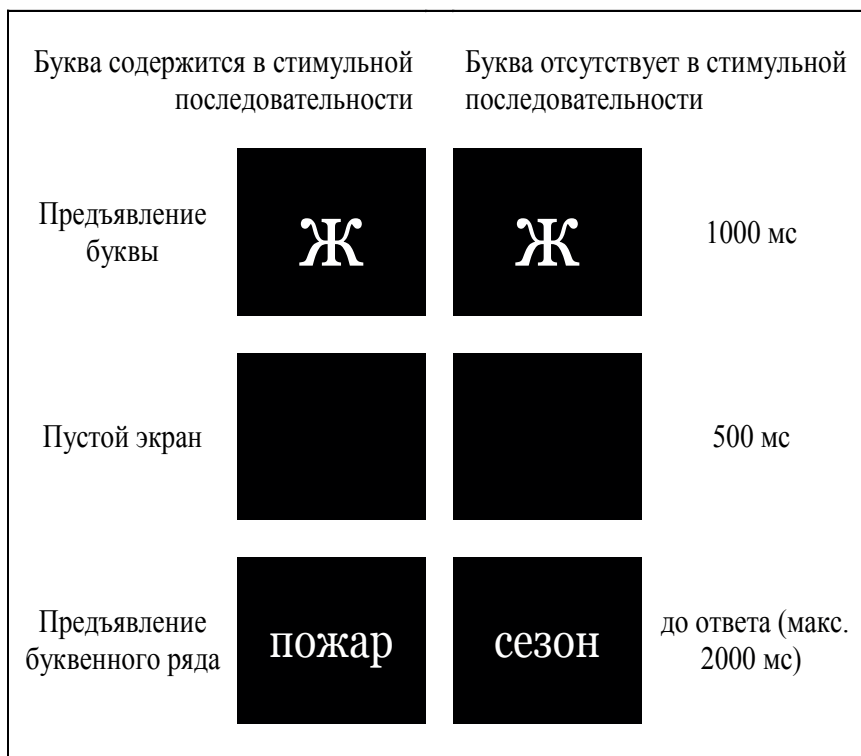


Рис. 1. Порядок предъявления стимулов в задаче на зрительный поиск

Анализ и результаты

Среднее количество ошибок среди проб, в которых искомая буква содержалась в стимульной последовательности, составило 5,2 % (в первой позиции — 6,5 %, во второй позиции — 6,2 %, в третьей позиции — 6,5 %, в четвертой позиции — 5,2 %, в пятой позиции — 4,3 %). Из-за такого невысокого уровня ошибок мы не проводили дальнейший статистический анализ для изучения возможного влияния позиции, предъявленной буквы и типа стимульной последовательности на количество ложноотрицательных промахов.

На рис. 2 представлена скорость поиска символов в буквенном ряду в зависимости от позиции, в которой данный символ находился в этой последовательности, а на рис. 3 изображена средняя скорость ответа на ту или иную букву в тех же условиях (учитываются только правильные ответы).

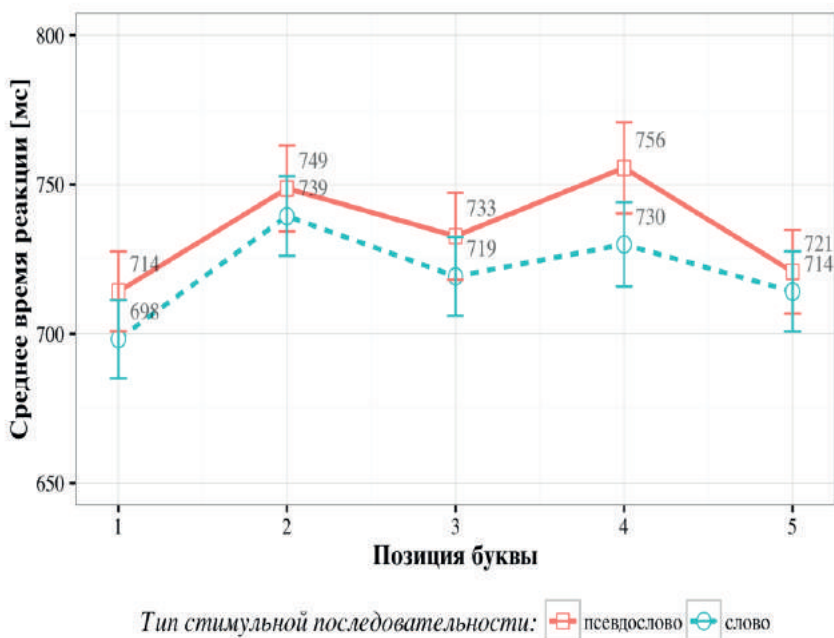


Рис. 2. Среднее время реакции при зрительном поиске буквы в зависимости от ее расположения в буквенной последовательности и типа буквенной последовательности

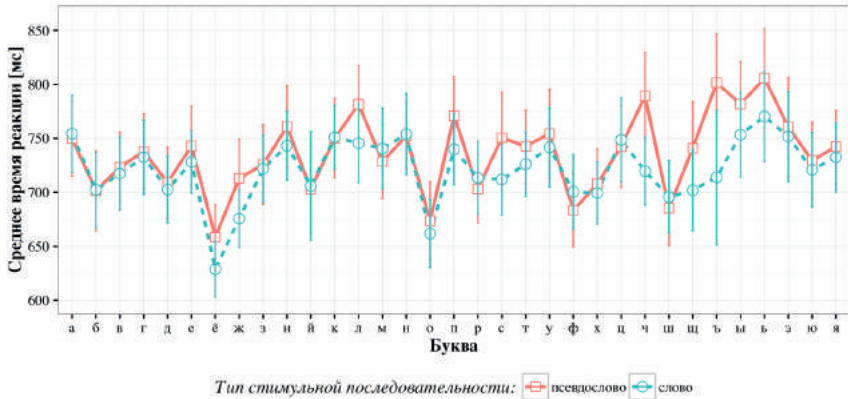


Рис. 3. Среднее время реакции при зрительном поиске той или иной буквы русского алфавита в зависимости от типа стимульной последовательности

Мы провели два анализа с использованием смешанных линейных моделей⁷ для определения отношений между скоростью опознания буквы в стимульном ряду (зависимой переменной), ее позицией, качеством буквы и типом последовательности (эти три фактора представляют собой независимые переменные). Мы использовали среду R и библиотеку lme4 (Bates et al., 2014) для проведения статистического анализа и построения смешанных линейных моделей. В библиотеке lme4 не реализован расчет р-уровней для моделей с интервальными зависимыми переменными (такими, как время реакции) из-за теоретической неоднозначности при расчете числа степеней свободы (Четвериков, 2015). Однако значимость независимых переменных и их взаимодействий можно определить посредством двухстороннего t-теста. Если $t > 1,96$, то разница между уровнями (закодированная при помощи контрастов) значима (Hohenstein and Kliegl, 2014).

В обоих анализах идентификаторы испытуемых и идентификаторы буквенных последовательностей были включены в модель как случайные эффекты, а качество стимульной буквы и тип последовательности — как фиксированные. Фиксированные переменные были введены в

⁷ Этот метод (разновидность регрессионного анализа) является альтернативой дисперсионному анализу с повторениями. Его главным преимуществом является то, что в модели одновременно учитывается как вариативность по испытуемым, так и вариативность по стимулам (в качестве случайных эффектов). Это позволяет избежать довольно частой ситуации в дисперсионном анализе, когда усреднение по стимулам — F1 — дает один результат, а усреднение по испытуемым — F2 — другой (Четвериков, 2015).

модели в следующем виде: тип последовательности был закодирован через контраст treatment; исходным уровнем в этом случае было выбрано псевдослово. Этот контраст является базовым для смешанных линейных моделей, он позволяет сравнить неисходные уровни с исходным. Качество буквы кодировалось как контраст sum (sum contrast), этот контраст позволил выявить, опознаются ли конкретные буквы значимо быстрее или медленнее по сравнению со средней задержкой перед ответом по всем буквам.

Обратимся теперь к тому, чем два анализа отличались. При проведении первого анализа позиция буквы в последовательности была введена в модель в качестве фиксированного эффекта с 5 уровнями. Она кодировалась как «скользящий» контраст (sliding contrast), этот контраст позволил сравнивать скорость реакции в соседних позициях. Во втором анализе позиция буквы являлась ковариатом (порядковая переменная), представленным как функция четвертой степени, это позволило проверить значимость линейного, квадратичного, кубического и биквадратного компонентов при поиске символа в буквенной последовательности.

Первый анализ показал, что буквы в первой ($t^8 = 6,58$) и пятой позициях ($t = -4,59$) распознаются быстрее, чем соседние буквы (во второй и четвертой позициях соответственно). Третья позиция идентифицируется лучше, чем вторая ($t = 4,51$) и четвертая ($t = 3,23$). Вторым анализом выявлены значимые квадратичный ($t = -5,65$) и биквадратный компоненты ($t = -5,90$), однако линейный эффект не оказался значимым ($t = 0,28$). Таким образом, можно констатировать, что линия поиска букв в русском языке представляет собой *M-образную* кривую и совпадает с той, которая была найдена для английского и французского языков (Ktori and Pitchford, 2008, 2009, 2010; Tydgat and Grainger, 2009).

Хотя испытуемые в целом опознавали букву в реальном слове на 13,85 мс быстрее, чем в произносимом псевдослове, статистический анализ не показал значимости между данными группами ($t = 0,06$)⁹. Этот результат свидетельствует в пользу того, что лексический статус буквенной последовательности не оказывает влияние на стратегию идентификации символа в задаче на зрительный поиск.

⁸ Из-за требований нормальности зависимая переменная была введена в модель в «обратном» виде ($1/x$). В связи с этим модель показывала разницу между уровнями в обратном направлении. В тексте (здесь и далее) для удобства чтения мы исправили направление, умножив значение t на минус единицу.

⁹ Значимости у факторов «тип последовательности» и «качество буквы» в двух анализах совпали

Что касается качества буквы (см. табл. 1), было обнаружено, что скорость реакции на буквы ё, о, ш, ф, б, ж, й, р, д значительно выше, а на буквы ь, ь, л, п, к, э, и, ы, ч, н, а, — медленнее по сравнению со средним временем реакции по всем буквам (728 см). Это говорит о том, что при низкоуровневой обработке слова важно не только то, где расположена буква в ряду, но и то, какая это буква. Возможно, выступающие и свисающие элементы букв, а также наличие больших закругленные компонентов повышают скорость распознавания буквы; а те буквы, которые являются частью других букв, опознаются с задержкой.

Таблица 1

Среднее время реакции (С_р) [в мс] и стандартное отклонение (СО) при идентификации 33 букв русского алфавита (Б) в задаче зрительного поиска

Б	С _р	СО	t	Б	С _р	СО	t	Б	С _р	СО	t	Б	С _р	СО	t
а	752	253	2,05	з	724	241	-0,52	п	755	238	3,30	ч	753	246	2,58
б	702	249	-3,60	и	752	241	2,91	р	708	237	-2,44	ш	690	234	-4,54
в	720	228	0,25	й	704	266	-3,39	с	731	260	-0,06	щ	723	254	-1,36
г	735	242	1,06	к	750	228	3,08	т	734	219	0,82	ъ	775	225	4,11
д	706	222	-2,07	л	764	253	3,60	у	748	275	0,77	ы	767	238	2,65
е	736	235	0,67	м	735	244	0,78	ф	692	234	-4,14	ь	788	272	3,69
ё	644	196	-9,74	н	753	240	2,48	х	704	209	-1,88	э	757	247	3,08
ж	694	225	-3,43	о	668	237	-7,71	ц	746	249	1,67	ю	725	240	-0,63
												я	738	220	2,12

Примечание. Значимые эффекты выделены жирным шрифтом.

Обсуждение

Результаты первого эксперимента показали преимущество крайних и центральной позиций в вербальных рядах, составленных из букв русского алфавита, в задаче зрительного поиска. Функция поиска соответствует *М-образной* кривой, т. к. вариативность данных лучше всего описывается через биквадратную и квадратичную функции. Мы также получили, что идентичность искомой буквы оказывает влияние на скорость выполнения задачи, а лексический статус последовательности — нет.

В этом эксперименте мы реплицировали результаты (Green and Meara, 1987), показывающие, что лексический статус буквенной последовательности не влияет на функцию поиска в задаче на зрительный

поиск, вследствие чего эту задачу можно использовать для изучения низкоуровневой обработки слов во время чтения.

На основании функции поиска можно сделать вывод о том, что в русском языке преобладает параллельное кодирование букв.

Параллельное сканирование явным образом постулируется в теории Й. Грейнджера и коллег (Tydgat and Grainger, 2009; Grainger et al., 2010; Chanceaux and Grainger, 2012). При этом замедление во второй и четвертой позиции объясняется через ухудшение остроты зрения к концам последовательности, а эффективность поиска в крайних позициях связывается с меньшей силой боковой интерференции от соседних букв. В крайних позициях только один сосед оказывает негативное влияние на опознание ключевой буквы, а в остальных позициях — два. С другой стороны, Й. Грейнджер с коллегами не учитывают то, что идентичность символа может оказывать влияние на функцию поиска. Как сказано выше, в нашем эксперименте мы получили, что буквы с выносными элементами и «округлые буквы» распознаются лучше, а те, что входят в состав других букв, хуже, чем «средняя» буква.

В теории М. Ктори и Н. Питчфорда (Ktori and Pitchford, 2008, 2009, 2010; Pitchford et al., 2008) доминирование параллельного сканирования предполагается для языков с глубинной орфографией. Правила перевода из букв в звуки в русском языке более регулярны, чем во французском и английском (которые относятся к языкам с глубинной орфографией), поэтому можно считать, что полученные данные на русском языке противоречат этой теории. Однако, авторы утверждают, что на функцию поиска могут влиять лингвоспецифические особенности орфографического представления (Pitchford et al., 2008). С этим хорошо согласуются полученные нами результаты, которые постулируют наличие «быстрых» и «медленных» букв.

В связи с тем, что наши результаты явным образом не могут быть объяснены через существующие теории, мы решили проверить в целом валидность данных и экспериментального дизайна через дополнительный эксперимент, в котором обе существующие теории предсказывают одинаковый результат.

Известно, что если носителей одного языка попросить найти графемы из письменности, с которой они не знакомы, то функция поиска будет представлять собой *U-образную* кривую (они будут расценивать их как нелингвистические формы) (Green and Meara, 1987; Randall and Meara, 1988; Ktori and Pitchford, 2008; Tydgat and Grainger, 2009). Мы решили реплицировать этот результат, предоставив носителям рус-

ского языка ряды из пяти японских иероглифов в задаче зрительного поиска. Кроме того, в предыдущих исследованиях не было ситуации, когда стимулы представляли собой элементы логографической системы письма, а основной письменностью участников эксперимента была алфавитная система.

Эксперимент 2

Цель данного эксперимента — продемонстрировать то, что носители русского языка обрабатывают последовательности, составленные из пяти японских иероглифов, как нелингвистические символы в задаче зрительного поиска (функция поиска будет соответствовать *U-образной* кривой). Такой результат ожидается на основе предыдущих исследований (Green and Meara, 1987; Randall and Meara, 1988; Ktori and Pitchford, 2008; Tydgat and Grainger, 2009).

Участники

В исследовании приняло участие 20 взрослых носителей русского языка в возрасте от 18 до 27 лет. Они не были знакомы с целью исследования и приняли участие в эксперименте добровольно и безвозмездно. Ни один из испытуемых не сообщил о знании японского языка или японских иероглифов.

Дизайн и материалы

При проведении эксперимента исследовались две внутригрупповые переменные: *позиция буквы в последовательности* (от 1 до 5) и *качество предъявляемого символа* (20 японских иероглифов).

Искомые иероглифы (一, 上, 下, 了, 亡, 人, 元, 刀, 力, 十, 口, 夕, 大, 工, 方, 月, 木, 火, 目, 立) были отобраны таким образом, чтобы они были визуально простыми и могли встретиться в любой из пяти позиций в реальном слове или словосочетании японского языка. Для каждого иероглифа мы выбрали 5 стимульных последовательностей (по 1 на каждую из пяти позиций), в которых данный иероглиф был частью последовательности, и 20 последовательностей, в которых такого иероглифа не было (филлеры). Символьные последовательности представляли собой слова (お上りさん, «провинциал») и словосочетания (非常口から «аварийный выход») японского языка. По правилам письменности некоторые слова в японском языке невозможно записать только иероглифами, поэтому в конструировании стимульных после-

довательностей мы также использовали символы хираганы, одной из двух японских слоговых азбук, предназначенной для записи различных грамматических показателей.

Все 100 стимульных последовательностей и 100 филлеров вошли в один экспериментальный лист.

Процедура

Процедура была точно такой же, как в первом эксперименте. Так же, как в первом эксперименте, мы исключили пробы, в которых время реакции превышало 2000 мс. Таких проб было меньше 0,1 %.

Анализ и результаты

Среднее количество ошибок среди проб, в которых искомый иероглиф содержался в стимульной последовательности, составило 6,25 % (в первой позиции — 6,75 %, во второй позиции — 6,25 %, в третьей позиции — 4,75 %, в четвертой позиции — 5 %, в пятой позиции — 8,5 %). Мы не проводили дальнейший статистический анализ ложноотрицательных промахов.

На рис. 4 представлена скорость поиска иероглифов в словах и словосочетаниях японского языка в зависимости от позиции, в котором данный символ находился в этой последовательности (учитываются только правильные ответы).

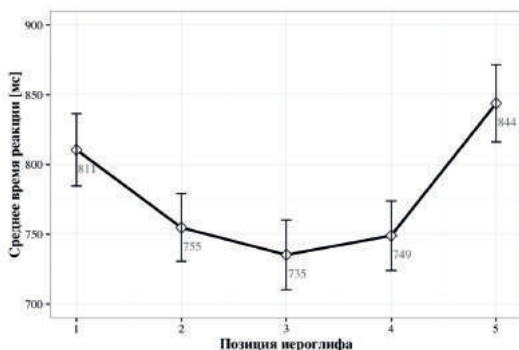


Рис. 4. Среднее время реакции при зрительном поиске иероглифа в зависимости от ее расположения в стимульной последовательности

Так же, как в первом эксперименте, мы провели два анализа с использованием смешанных линейных моделей для определения

отношений между скоростью опознания предъявляемого символа в стимульном ряду, его позицией и его качеством. Эти анализы были идентичны за исключением того, что в первом анализе позиция была представлена как фиксированный эффект с 5 уровнями, а во втором как ковариат (порядковая переменная) (см. подробнее эксперимент 1).

Первый анализ показал, что иероглифы в первой ($t = -3,44$) и пятой позициях ($t = -5,44$) распознаются значимо дольше, чем в соседних позициях, а скорость ответа в третьей позиции не отличается от второй ($t = -1,81$) и четвертой ($t = 1,28$). Второй анализ выявил значимый квадратичный компонент ($t = 7,73$), а ни один другой компонент (линейный, кубический, биквадратный) не достиг значимости ($t < 1,2$). Таким образом, можно утверждать, что носители русского языка при поиске японских иероглифов в ряду используют стратегию сканирования от центра последовательности к периферии. То есть функция поиска представляет собой *U-образную* кривую. Этот результат совпадает с результатами других исследований, в которых носителей одной письменности просили распознать символы другой, незнакомой им письменности в задаче зрительного поиска (Green and Meara, 1987; Randall and Meara, 1988; Ktori and Pitchford, 2008; Tydgat and Grainger, 2009).

Что касается качества иероглифа (см. табл. 2), было обнаружено, что иероглифы 一, 人, 目, 口, 工 распознаются значительно быстрее, а иероглифы 夕, 方, 元, 立, 力, 木, 大, 火, — медленнее относительно всех иероглифов. Таким образом мы реплицировали результаты первого эксперимента относительно того, что при обработке ряда важно не только то, где расположен символ, но и то, что это за символ.

Таблица 2

Среднее время реакции (C_p) [в мс] и стандартное отклонение (CO) при идентификации 20 иероглифов (И) в задаче зрительного поиска

И	Ср.	CO	t	И	Ср.	CO	t	И	Ср.	CO	t	И	Ср.	CO	t
一	601	147	-9,21	人	669	175	-4,96	口	692	175	-3,19	月	768	223	0,23
上	802	251	1,07	元	849	227	3,59	夕	923	320	4,57	木	863	311	2,73
下	775	228	0,17	刀	776	255	-0,16	大	846	271	2,48	火	838	258	2,41
了	726	199	-1,93	力	865	315	2,96	工	716	198	-2,17	目	666	194	-4,79
亡	767	189	0,47	十	740	243	-1,74	方	879	164	4,03	立	825	203	3,12

Примечание. Значимые эффекты выделены жирным шрифтом.

Обсуждение

Результаты второго эксперимента показали преимущество центральных позиций в невербальных (символьных) рядах по сравнению с крайними позициями. Также в отличие от вербальных рядов, не было замечено снижения скорости распознавания букв в третьей позиции по сравнению со второй и четвертой. Эти результаты согласуются с данными, полученными в предыдущих исследованиях на других парах языков (Green and Meara, 1987; Randall and Meara, 1988; Ktori and Pitchford, 2008; Tydgat and Grainger, 2009), относительно того, что символы незнакомой испытуемым письменности воспринимаются ими как «картинки» в задаче зрительного поиска. Это выражается в том, что они обрабатывают ряды из таких символов от центра к периферии, что соответствует физиологическим особенностям зрительной системы.

Полученный результат позволяет нам также утверждать, что данные, обнаруженные в первом эксперименте, который был проведен с использованием аналогичной процедуры, валидны. В заключительном разделе главы мы суммируем полученные данные и попробуем их проанализировать более подробно с точки зрения существующих моделей идентификации и кодирования позиций букв на ранних этапах процесса чтения.

Общее заключение

В настоящем проекте мы исследовали стратегии обработки символьных рядов разного типа носителями русского языка в задаче зрительного поиска. В рамках этой задачи испытуемым необходимо определить, является ли заданный символ частью стимульной последовательности. Варьируя место расположения символа в последовательности и измеряя скорость реакции, можно понять, в какой последовательности обрабатываются элементы в зрительном ряду и как кодируются позиции этих элементов.

В первом эксперименте мы использовали в качестве стимульных последовательностей пятибуквенные ряды, которые представляли собой либо реальные слова русского языка, либо произносимые псевдослова. Во втором эксперименте испытуемые принимали решение относительно последовательностей, составленных из пяти японских иероглифов. Данные эксперименты показали, что:

1. в буквенном ряду первая и последняя буквы идентифицируются быстрее, чем соседние буквы, а функция поиска букв в зависимости от позиции их расположения в последовательности

- представляет собой *M-образную* кривую;
2. в последовательности, составленной из японских иероглифов, зависимость между временем реакции и позицией символа в последовательности соответствует *U-образной* кривой (минимальная задержка реакции зафиксирована в третьей позиции);
 3. лексический статус буквенной последовательности не оказывает влияние на скорость поиск ключевого стимула в последовательности;
 4. на скорость выполнения задачи влияет не только то, в какой позиции находится искомый стимул, но и то, какую букву/символ необходимо идентифицировать.

Мы реплицировали данные предшествующих экспериментов, показывающих, что стратегии обработки вербальных рядов кардинальным образом отличаются от обработки невербальных последовательностей. Невербальные ряды обрабатываются от центра к периферии в соответствии с устройством зрительной системы (Hammond and Green 1982; Green et al., 1983; Tydgate and Grainger, 2009). В вербальных рядах (см. результат 1) под влиянием особых механизмов, связанных с низкоуровневой обработкой слов при чтении, обработка происходит с приоритетом крайних букв (главным образом первой) (Pitchford et al., 2008; Ktori and Pitchford, 2009, 2010; Tydgate and Grainger, 2009; Chanceaux and Grainger, 2012).

Однако, вербального статуса стимульной последовательности недостаточно для активации «лингвистического» режима. Если стимульную последовательность набрать из графем незнакомой испытуемым письменности, то испытуемые будут обрабатывать такие последовательности как нелингвистические ряды.

Это было показано на парах языков с алфавитной системой письма (арабский—английский, греческий—английский, английский—греческий, французский—греческий) и на паре языков (китайский—английский), в которой задача зрительного поиска осуществлялась с использованием алфавитной системы письма, а испытуемые владели логографической письменностью (Green and Meara, 1987; Randall and Meara, 1988; Ktori and Pitchford, 2008; Tydgate and Grainger, 2009). В настоящем исследовании мы повторили предыдущие результаты на парах языков в последней из возможных комбинаций (см. результат 2): носители алфавитной письменности (русский язык) осуществляли поиск в последовательности из логографических элементов (иероглифы японского языка). Таким образом, можно сделать два вывода.

Во-первых, именно знание того или иного языка активирует особую обработку символьных рядов. Во-вторых, «сложность» письменной системы не влияет на базовую стратегию обработки зрительных рядов.

Это также показывает, что при помощи задачи зрительного поиска можно изучать процессы, задействованные при лингвистической обработке слов во время чтения (если в качестве стимульных последовательностей использовать буквенные ряды). Однако, эта задача вскрывает процессы, связанные только с низкоуровневой обработкой: с процессом идентификации букв и кодированием их позиций (Tydgat and Grainger, 2009; Ktori and Pitchford, 2010). Этот вывод подтверждают данные из первого эксперимента (см. результат 3) и из эксперимента (Green and Meara, 1987), где было показано, что лексический статус стимульной последовательности не оказывает влияние на скорость идентификации букв в последовательностях.

В настоящее время имеется два основных типа моделей идентификации букв и их позиций в слове: последовательное (Whitney, 2001) и параллельное (Grainger and Van Heuven, 2003) сканирование. В первом случае предполагается, что буквы в словах начинают обрабатываться последовательно, одна за другой, в направлении, заданном системой письма (для русского и английского — слева направо, для иврита и арабского — справа налево). Представители второго направления считают, что все буквы считываются параллельно.

Последовательное сканирование в данной задаче означает наличие значимого линейного компонента (в направлении от начала последовательности к концу), а квадратичный и биквадратный компонент говорят о параллельном сканировании (Ktori and Pitchford, 2010). Как было показано выше, для русского языка функция поиска в буквенных рядах представляет собой *M-образную* кривую с сильными квадратичным и биквадратным компонентами. Полученный результат служит доказательством параллельного кодирования позиции букв в русском языке при чтении.

Этот результат хорошо согласуется с теорией Й.Грейнджера и коллег (Tydgat and Grainger, 2009; Grainger et al., 2010; Chanceaux and Grainger, 2012), которые постулируют, что распознавание букв происходит параллельно, а *M-образная* зависимость выявляется за счет физиологических ограничений зрительной системы (спада остроты зрения к концам слова) и меньшей силы боковой интерференции на концах слова. Тем не менее, эта теория не учитывает того, что время поиска символа в данной задаче зависит не только от того, где этот сим-

вол расположен, но и что это за символ (см. результат 4). В частности, для букв русского алфавита было обнаружено, что скорость реакции на буквы ё, о, ш, ф, б, ж, й, р, д значительно выше, а на буквы ь, ы, л, п, к, э, и, ы, ч, н, а, — медленнее по сравнению со средним временем реакции по всем буквам. Мы считаем, что выносные элементы букв, а также наличие больших закругленных компонентов повышают скорость распознавания буквы; а те буквы, которые являются частью других букв, опознаются с задержкой.

Кроме того, определённую сложность для данной теории представляют данные, полученные на китайском, арабском, греческом и испанском языках (Green and Meara, 1987; Randall and Meara, 1988; Ktori and Pitchford, 2008). В первых двух языках функция поиска представляет собой *U-образную* кривую, а во-вторых языках исследователи не обнаруживают уменьшения времени реакции в пятой позиции относительно четвертой.

Эти отличия можно объяснить, опираясь на теорию М. Ктори и Н. Питчфорда (Ktori and Pitchford, 2008, 2009, 2010; Pitchford et al., 2008): идентификация букв и кодирование их позиций зависит от типа орфографии исследуемого языка. В логографических письменностях будет действовать холистическая стратегия распознавания (базовая стратегия). В алфавитных языках с глубокой орфографией распознавание позиций происходит с участием как последовательного, так и параллельного сканирования. В связи с этим в задаче зрительного поиска мы видим *M-образную кривую*. Если переход из грамем в фонемы регулярный (орфография прозрачная), то читающие будут использовать скорее последовательную обработку позиций в слове и функция поиска будет больше похожа на линию.

Как сказано выше, для русского языка мы получили *M-образную* зависимость, в которой не прослеживается значимый линейный компонент. Таким образом, с позиции данной теории также получается, что для распознавания букв в словах русского языка доминирует параллельное кодирование позиции. Так как в этой теории также предполагается, что на выполнение задачи зрительного поиска могут оказывать влияние статистические закономерности орфографического представления, то это легко объясняет, почему качество символа (см. результат 4) влияет на скорость реакции в этой задаче.

Однако, некоторые исследователи (Abu-Rabia, 2001; Grigorenko, 2013) считают, что русский относится к языкам с прозрачной орфографией. Это предполагает линейное возрастание времени реакции при

поиске буквы в составе визуального ряда от начала к концу последовательности и отсутствие уменьшения в пятой позиции по сравнению с четвертой, как это было найдено для греческого и испанского языков (Green and Meara, 1987; Ktori and Pitchford, 2008). Расхождение наших результатов с описанными выше предсказаниями поднимает вопрос: «Действительно ли русский язык относится к языкам с прозрачной орфографией?».

Хотя в русском языке между написанием и произношением слова существует тесная связь, нередкие исключения вносят сомнение в определение типа его орфографии (Abu-Rabia, 2000). В письменном языке нет таких явлений разговорного языка, как ассимиляция, нейтрализация озвончения, чередование ударных/безударных звуков. Таким образом, буквы могут произноситься по-разному в разных позициях. По буквенному составу слова невозможно определить место ударения, а от него зависит качество гласных в слове (безударные гласные подвергаются редукции). В русском языке написание тесно связано с морфологией, словообразованием и семантикой, что в свою очередь влияет и на произношение. Базовый принцип русской орфографии — морфологический, при котором каждая морфема пишется одинаково, несмотря на ее различное произношение в словах и словоформах.

Таким образом, мы согласны с мнением П. Кабберли о том, что русский не такой глубинный, как английский, но и не такой прозрачный, как испанский, то есть в русском языке невозможно целиком предсказать произношение, зная только буквы, с помощью которых написано слово (Cubberley, 1996). Тяготение русского языка к глубинному типу орфографии объясняет (в соответствии с теорией М. Ктори и Н. Питчфорда), почему мы получили *М-образную* функцию поиска в задаче зрительного поиска.

Литература

1. Ляшевская О. Н., Шаров С. А. Частотный словарь современного русского языка (на материалах Национального корпуса русского языка). Азбуковник, М. 2009.
2. Четвериков А. А. Линейные модели со смешанными эффектами в когнитивных исследованиях. Российский когнитивный журнал 2, 2015. 41–51.
3. Abu-Rabia S. Testing the Interdependence Hypothesis Among Native Adult Bilingual Russian-English Students. J Psycholinguist Res 30,

2001. 437–455.
4. *Acha J., Carreiras M.* Exploring the Mental lexicon: A Methodological Approach to Understanding How Printed Words are Represented in our Minds. *The Mental Lexicon* 9, 2014. 196–231.
 5. *Acha J., Perea M.* On the Role of Consonants and Vowels in Visual-word Processing: Evidence with a Letter Search Paradigm. *Language and Cognitive Processes* 25, 2010. 423–438.
 6. *Alexeeva S., Slioussar N., Chernova D.* Stimulstat: a Database for Linguistic and Psychological Studies on Russian Language, in: VII Международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. Светлогорск, 20–24 июня 2016 г. Институт психологии РАН, Москва, 2016. С. 694–695.
 7. *Balota D. A., Yap M. J., Cortese M. J.* Visual Word Recognition: The Journey from Features to Meaning (A Travel Update), in: *Handbook of Psycholinguistics*. Academic Press, 2011. P. 285–376.
 8. *Bates D., Maechler M., Bolker B., Walker S., others,* lme4: Linear Mixed-effects Models Using Eigen and S4. R package version 1, 2014.
 9. *Bouma H.* Visual Interference in the Parafoveal Recognition of Initial and Final Letters of Words. *Vision Research* 13, 1973. P. 767–782.
 10. *Burnham B. R., Sabia M., Langan C.* Components of Working Memory and Visual Selective Attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 40, 2014. P. 391–403.
 11. *Chanceaux M., Grainger J.* Serial Position Effects in the Identification of Letters, Digits, Symbols, and Shapes in Peripheral Vision. *Acta Psychologica* 141, 2012. P. 149–158.
 12. *Cubberley P.* The Slavic Alphabets. *The world's Writing Systems*. New York, 1996.
 13. *Eimer M.* The Neural Basis of Attentional Control in Visual Search. *Trends in Cognitive Sciences* 18, 2014. P. 526–535.
 14. *Grainger J.* Cracking the Orthographic Code: An Introduction. *Language and Cognitive Processes* 23, 2008. P. 1–35.
 15. *Grainger J., Tydgat I., Isselé J.* Crowding Affects Letters and Symbols Differently. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 36, 2010. P. 673–688.
 16. *Grainger J., Van Heuven W.* Modeling Letter Position Coding in Printed Word Perception. *The mental lexicon* 1–24. 2003.
 17. *Green D., Meara P.* The Effects of Script on Visual Search. *Second Language Research* 3, 1987. P. 102–113.
 18. *Green D. W., Hammond E. J., Supramaniam S.* Letters and Shapes:

- Developmental Changes in Search Strategies. *British Journal of Psychology* 74, 1983. P. 11–16.
19. *Hammond E. J., Green D. W.* Detecting targets in Letter and Non-letter Arrays. *Canadian Journal of Psychology / Revue Canadienne de psychologie* 36, 1982. P. 67–82.
 20. *Hohenstein S., Kliegl R.* Eye Movements and Processing of Semantic Information in the Parafovea During Reading. Universitätsbibliothek der Universität Potsdam, Potsdam, 2014.
 21. *Ktori M., Grainger J., Dufau S.* Letter String Processing and Visual Short-term Memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 65, 2012. P. 465–473.
 22. *Ktori M., Pitchford N. J.* Effect of Orthographic Transparency on Letter Position Encoding: A Comparison of Greek and English Monoscriptal and Biscrptal Readers. *Language and Cognitive Processes* 23, 2008. P. 258–281.
 23. *Ktori M., Pitchford N. J.* Development of Letter Position Processing: Effects of Age and Orthographic Transparency. *Journal of Research in Reading* 32, 2009. P. 180–198.
 24. *Ktori M., Pitchford N. J.* Letter Position Encoding Across Deep and Transperent Orthographies, in: *Reading and Dyslexia in Different Orthographies*. Psychology Press, 2010. P. 69–86.
 25. *Levi D. M.* Crowding—An Essential Bottleneck for Object Recognition: A Mini-review. *Vision Research* 48, 635–654. doi:10.1016/j.visres.2007.12.009, 2008.
 26. *Pitchford N. J., Ledgeway T., Masterson J.* Effect of Orthographic Processes on Letter position Encoding. *Journal of Research in Reading* 31, 2008. P. 97–116.
 27. *Prinzmetal W., Millis-Wright M.* Cognitive And Linguistic Factors Affect Visual Feature Integration. *Cognitive Psychology* 16, 1984. P. 305–340.
 28. *Rayner K.* Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research. *Psychological Bulletin* 124, 1998. P. 372–422.
 29. *Rayner K.* Eye Movements and Attention in Reading, Scene Perception, and Visual Search. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 62, 2009. P. 1457–1506.
 30. *Randall M., Meara P.* How Arabs Read Roman Letters. *Reading in a Foreign Language* 4, 1988. P. 133–45.
 31. *Tarkiainen A., Cornelissen P. L., Salmelin R.,* Dynamics of Visual Feature Analysis and Object-level Processing in Face Versus let-

-
- ter-string perception. *Brain* 125, 2002. P. 1125–1136.
32. *Tydgat I., Grainger J.* Serial Position Effects in the Identification of Letters, Digits, and Symbols. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 35, 2009. P. 480–498.
 33. *Whitney C.* How the brain encodes the order of letters in a printed word: The SERIOL model and selective literature review. *Psychonomic Bulletin & Review* 8, 2001. P. 221–243.