Вестник Томского государственного университета. 2019. № 442. С. 40–51. DOI: 10.17223/15617793/442/5

УДК 81’23

Т.Е. Машанло

ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧТЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ КИТАЙСКОГО ЯЗЫКА: ЛОНГИТЮДНОЕ ОКУЛОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации, номер индивидуального плана работ 1.8901.2017/9.10.

Рассматривается динамика изменения показателей процесса чтения у русскоязычных студентов, изучающих китайский язык в качестве основного иностранного на языковом факультете. У студентов отмечен прогресс по всем основным показателям чтения (продолжительность фиксаций, частота регрессий, вероятность пропуска иероглифа), а также зафиксировано различное влияние факторов, традиционно влияющих на процесс чтения, показатели процесса чтения на разных этапах изучения языка.

Ключевые слова: учебный билингвизм; китайский язык; логографическая система письменности; чтение; движения глаз; окулографические методы; лонгитюдное исследование.

Введение

Одним из актуальных в настоящее время направлений изучения процесса чтения с использованием окулографических методов (методов слежения за движениями глаз) является изучение особенностей становления данного навыка. Значительное внимание уделяется проблеме возрастных изменений в характеристиках процесса чтения; в такого рода исследованиях ученых интересуют как физиологические, так и когнитивные изменения, влияющие на данный процесс на разных этапах взросления и формирования навыка чтения [1]. Другой актуальной проблемой, находящей в последнее время интерес у исследователей, являются особенности билингвального чтения[1], а именно выявление характерных особенностей процесса чтения билингвов по сравнению с процессом чтения монолингвов [2]. В изучении этих двух направлений подавляющее большинство исследований проводится на материалах европейских языков, в первую очередь английского. В последние два десятилетия сложившийся перевес в сторону европейских языков начинает исправляться: активно изучаются типологически другие языки, а также языки с отличными от алфавитных системами письменности.

Как правило, участниками окулографических экспериментов становятся взрослые люди с уже сложившимся навыком чтения. Это во много связано с техническими трудностями при работе с детьми, однако в последние два десятилетия сравнительно большое количество исследований было посвящено описанию характеристик движений глаз при развитии навыка чтения у детей [1]. Так, было установлено, что после года изучения системы письменности родного языка положение первой фиксации[2] на слове начинает приходиться на его центр, к 11 годам наблюдается снижение количества коротких саккад[3], связанных с ошибками окуломоторного программирования; показатели средней продолжительности фиксаций и общей продолжительности чтения предложений у детей сравниваются с аналогичными показателями у взрослых после возраста 11–12 лет [3, 4]. У китайских детей навык, в целом, развивается аналогичным образом [5].

На материале европейских языков, использующих алфавитные системы письменности, были изучены многие факторы, влияющие на процесс чтения. Среди них самым существенными оказываются длина [6], частотность [7], возраст усвоения слова [8], а также контекст, в который помещено слово [9]; важную роль также оказывает выделение орфографических слов посредством пробелов [10]. Большая длина слова увеличивает продолжительность фиксаций, а также снижает вероятность пропуска слова. Так, слова длиной больше 8 букв почти никогда не пропускаются [11], а более высокая частотность, предсказуемый контекст, ранний возраст усвоения слова понижают продолжительность фиксаций на нём, также повышают вероятность того, что слово будет пропущено.

В языках, в которых слова на письме разделяются пробелами, информация о границах слов помогает читателю установить место следующей фиксации в тексте: он стремится направить свой взгляд к центру слова – таким образом, все слово находится в области центрального зрения и отсутствует необходимость в повторных фиксациях на данном слове. На продолжительность фиксаций большое влияние оказывают место запуска саккады – начальное положение саккады, связывающей текущую фиксацию с предыдущей, а также положение первой фиксации на слове [12].

В настоящее время нет единого мнения относительно того, каким образом читатели определяют положение своей следующей фиксации в тексте на китайском языке. С одной стороны, в исследовании Х.-М. Яна и Дж.У. Макконки было показано, что носители китайского с одинаковой вероятностью фиксируются как на иероглифах, так и на промежутках между двумя соседними иероглифами [13]. С другой стороны, в эксперименте М. Яня с соавт., наоборот, было продемонстрировано, что читатель стремится зафиксироваться на середине слова, если для прочтения слова ему требуется одна фиксация, и на первом иероглифе, если для прочтения слова ему требуется несколько фиксаций [14]. Помимо этого, на процесс чтения влияют как частотные характеристики многосложных слов в целом, так и их составных частей, причём частотность первого иероглифа имеет большее значение, чем частотность последующих [15].

Дополнительно на процесс чтения также оказывают влияние визуальные характеристики иероглифа – простые иероглифы, состоящие из малого количества черт, могут пропускаться, а более сложные иероглифы пропускаются реже и требуют большего времени на их обработку [16].

Особенности билингвального чтения на китайском языке отражены в незначительном количестве исследований. Так, например, в исследовании, проведенном М. Эверсоном в 1986 г., сравнивались показатели процесса чтения у англоязычных студентов, в разной степени владеющих китайским языком. В работе М. Эверсон отмечает, что даже хорошо владеющие китайским языком студенты читают тексты на китайском языке значительно медленнее, чем носители языка. Это демонстрировалось на примере средней продолжительности фиксаций (200 мс – у носителей, 317 мс – у начинающих студентов, 370 мс – у продолжающих) и показателе скорости чтения (546, 109 и 194 иероглифа в минуту соответственно) [17]. Представляется, что различие в показателях начинающих и продолжающих обучение студентов может объясняться использованием различных стратегий чтения: при прочтении текста начинающие студенты сделали больше фиксаций (302), чем продолжающие студенты (147), которые в свою очередь показали результат ниже, чем носители языка (92). Таким образом, более низкая средняя продолжительность фиксаций у начинающих студентов может объясняться существенно большим количеством фиксаций.

В другом исследовании Д. Шэнь и соавт. рассматривали влияние родного языка носителей английского, корейского, японского и тайского на чтение предложений на китайском языке. В предложения были вставлены пробелы (между иероглифами, словами и случайным образом) и прослеживался фактор влияния типа системы письменности родного языка (алфавитная / слоговая, с пробелами / без пробелов). Авторам не удалось обнаружить эффекта влияния родной системы письменности на процесс чтения на китайском языке. Тем не менее им удалось показать, что выделение слов пробелами помогает ускорить процесс чтения [18]. Средняя продолжительность фиксаций у начинающих студентов из Америки составила 350 мс, в то время как у более опытных студентов из Японии, Кореи и Таиланда – 250 мс.

В исследовании А. Вана и соавт. проверялось влияние уровня владения вторым языком носителей корейского языка на некоторые особенности процесса чтения. Было показано, что читатели-билингвы могут извлекать из незафиксированных иероглифов только орфографическую информацию, причем её количество увеличивалось с уровнем владения вторым языком корейских билингвов. Таким образом, они делают вывод о том, что более опытные читатели обладают большим диапазоном зрительного восприятия [19].

На настоящий момент нам неизвестны исследования, изучающие динамику развития навыка чтения на втором языке, использующем систему письменности, отличную от родной системы письменности читателя. В силу недостаточной разработанности проблемы адаптации к новой системе письменности у людей со сложившимся навыком чтения на родном языке, мы поставили цель установить характер изменения показателей процесса чтения на ранних этапах изучения языка – в течение первых двух лет активного изучения языка. Выбор такого «временного окна» обусловлен, с одной стороны, результатом эксперимента М. Эверсона, в котором было показано, что показатели процесса чтения у опытных студентов не достигают значений соответствующих показателей у носителей языка, с другой стороны, предыдущим экспериментом автора, в котором было отмечено существенное повышение показателей процесса чтения у студентов второго курса по сравнению со студентами первого курса, в то время как разница в показателях у студентов старших курсов была незначительна [20, 21]. Учитывая результаты данных исследований, мы предполагаем, что в условиях наличия навыка чтения на родном языке адаптация к новой системе письменности происходит на раннем этапе её изучения.

Русская и китайская письменность отличаются по способу кодирования фонологической информации. Русская письменность является алфавитной – фонема языка на письме обозначается отдельным знаком или сочетанием знаков. Китайская система письменности является логографической – каждый знак (за небольшим исключением) соотносится с морфемой и может состоять из нескольких звуковых сегментов.

Также по сравнению с кириллической письменностью китайская обладает следующими особенностями: большой и потенциально неограниченный инвентарь знаков; не всегда прозрачная фонетическая структура знака (создающая сложности при чтении незнакомых иероглифов); отсутствие пробелов между словами; отсутствие различия строчных / прописных написаний. Все перечисленные трудности, несомненно, должны отразиться в показателях процесса чтения у студентов, начинающих изучать китайский язык.

В рамках данного исследования определяется влияние продолжительности обучения на следующие показатели чтения, среди них:

а) **продолжительность чтения** предложения без учета продолжительности перечитывания (first pass reading time). Ранняя мера[4]. На рис. 2 продолжительность чтения охватывает фиксации 1–11;

б) **продолжительность первой фиксации** на слове (first fixation duration). Учитывая отсутствие консенсуса относительно того, уделяет ли читатель внимание отдельным иероглифам или же целым словам при выборе места следующей фиксации, а также сложностью определения слова как такового в китайском языке, было принято решение рассматривать иероглиф в качестве основной единицы анализа процесса чтения. Продолжительность первой фиксации определяется как продолжительность самой первой фиксации на иероглифе без учета любых последующих фиксаций, при этом предыдущая фиксация должна находиться на иероглифе, расположенном слева от текущего, а иероглифы, расположенные по правую сторону от текущего, до этого не были зафиксированы. Ранняя мера. На рис. 2 фиксации 1–6, 9, 10 являются первыми фиксациями на иероглифе;

в) **продолжительность взгляда** на иероглифе при первом проходе (gaze duration) определяется как сумма всех фиксаций на иероглифе с момента пер-

вой его фиксации до момента фиксации на другом иероглифе, все остальные условия соответствуют условиям определения продолжительности первой фиксации. Ранняя мера. На рис. 2 продолжительность взгляда совпадает с продолжительностью первой фиксации во всех случаях, кроме фиксаций на последнем иероглифе, где продолжительность взгляда представляется суммой продолжительности фиксаций 10 и 11;

г) **место первой фиксации** (initial landing position) определяется как относительное положение первой фиксации на иероглифе, где 0 соответствует левая граница иероглифа, а 1 – правая. Ранняя мера. На рис. 2 первая фиксация на иероглифе 快, «скоро» смещена вправо относительно центра – её можно закодировать как «0,65», а первая фиксация на иероглифе 了 (грамматический показатель) приходится на его начало – её можно отметить как «0,1».

д) **вероятность пропуска** иероглифа при первом проходе (skip probability). Ранняя мера. На рис. 2 при первом проходе были пропущены два иероглифа: 国, «государство» и 个 (классификатор);

е) **вероятность повторной фиксации** на иероглифе (refixation probability) – вероятность того, что иероглиф получит повторную фиксацию, после того как был зафиксирован другой иероглиф. Поздняя мера[5]. На рис. 2 иероглифы 我, «я», 两, «два» и 星, «звезда»[6] были зафиксированы повторно;

ж) **частота регрессий** (regression rate) – частота возвратных саккад (справа налево) среди всех саккад первого прохода. Поздняя мера. На рис. 1 восемь саккад являются прогрессивными (представлены тонкими непрерывными линиями), две – регрессивными (пунктирные линии), а ещё три саккады не используются для вычисления данной характеристики (жирные непрерывные линии).

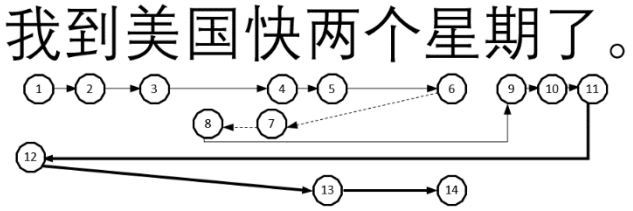


Рис. 1. Показатели движений глаз. Числами обозначены фиксации, стрелками – саккады.
Предложение переводится как «Прошло две недели с того момента, как я приехал в Америку»

Участники

В двух этапах исследования приняли участие студенты первого и второго курсов кафедры китайского языка Томского государственного университета. Студенты первого курса приняли участие после первого (27 человек) и второго семестра обучения (26), студенты второго курса приняли участие после третьего (20) и четвертого (13) семестров обучения. До поступления в университет никто из участников не владел китайским языком, но некоторые студенты изучали его в течение непродолжительного периода времени (не более полугода). Студенты принимали участие в экспериментах после окончания 1-го и 2-го семестров обучения (группа первого курса), а также после 3-го и 4-го семестра обучения (группа второго курса). Участие в исследовании было добровольным и не оплачивалось.

Материал

Материалом для эксперимента послужили 520 предложений на китайском языке. Предложения были разбиты на 4 списка таким образом, что в каждом списке содержалось 130 предложений. 10 предложений являлись тренировочными, 120 – основными. Предложения под одинаковым порядковым номером во всех списках были построены по одной структуре, между списками в предложениях изменялось не более двух словосочетаний. Так как участниками исследования стали студенты, только начавшие изучать язык, в одном списке одна конструкция могла использоваться несколько раз. С использованием предложений были составлены 50 конструкций, изученных в первом семестре обучения, 40 – во втором, 16 – в третьем, 14 – в четвёртом. Это было сделано для того, чтобы предложения не казались слишком простыми для студентов на более поздних этапах изучения китайского языка, и они внимательно прочитывали каждое предложение. Длина предложений составляла от 7 до 19 знаков. К предложениям были также составлены контрольные вопросы – переводы предложений на русский язык. Половина предложений в каждом списке была переведена правильно, половина содержала фактические ошибки в переводе.

Таблица 1

Примеры предложений, использованных в эксперименте. Жирным обозначены слова, отличающиеся в каждом из четырёх списков. Курсивом выделены слова, неправильно переведённые в проверочном предложении

Предложение	Перевод	Перевод	Список
今天晚上我跟朋友一起去看电影。	Сегодня вечером мы с другом пойдём смотреть кино	Правильный	1
明天晚上我跟朋友一起去买衣服。	Завтра вечером мы с другом пойдём покупать *пальто*	Неправильный	2
明天晚上我跟朋友一起去看电影。	Завтра вечером мы с другом пойдём смотреть *телевизор*	Неправильный	3
今天晚上我跟朋友一起去买衣服。	Сегодня вечером мы с другом пойдём покупать одежду	Правильный	4

Оборудование

Эксперимент был создан при помощи программного обеспечения SR-Research Experiment Builder версия 2.1.1. Для демонстрации стимулов использовался 24-дюймовый ЖК-монитор BenQ XL2430 с частотой обновления экрана 144 Гц и разрешением 1 920 × 1 080 пикселов. Чтение предложений осуществлялось с дистанции 70 см от центра экрана, фиксированное расстояние соблюдалось при помощи подставки под голову. Все предложения были набраны шрифтом SimSun черного цвета и представлялись на слегка сером фоне (RGB: 245; 245; 245) в пределах одной строчки. Размер одного символа составил 0,87° визуального угла. Запись движений глаз осуществлялась при помощи прибора для слежения за движениями глаз SR-Research Eyelink 1 000 Plus в бинокулярном режиме с частотой записи 1 000 Гц.

Процедура

Каждый этап экспериментального исследования построен по одному и тому же принципу. Перед участием в каждом этапе участники заполняли анкету опыта и знания языков Leap-Q [23] для определения языкового опыта и выявления факторов, способствующих изучению языка. Данная анкета использовалась для отсеивания участников, для которых русский язык был не родным, а также участников, изучавших китайский в течение продолжительного периода времени (более 6 месяцев) перед поступлением в университет.

Перед началом эксперимента участник внимательно читал инструкцию к эксперименту, по окончании чтения которой осуществлялась процедура 9-точечной калибровки и валидации. Максимальная ошибка при валидации не превышала 0,5° визуального угла. Сначала участники читали 10 тренировочных предложений на китайском языке, построенных по той же структуре, что и основные предложения. После ознакомления с процедурой эксперимента участники читали оставшиеся 120 основных предложений.

Чтение предложений осуществлялось про себя и проходило по следующей схеме. Участник внимательно смотрел в точку, расположенную посередине экрана в левой части. Положение точки совпадало с серединой первого символа предложения. После нажатия клавиши «пробел» на экране появлялось предложение на китайском языке. По прочтении предложения участник повторно нажимал клавишу «пробел». После этого на экране появлялся перевод предложения на русский язык. Участник должен был нажать клавишу 1 на клавиатуре, если перевод был верным, или клавишу 0, если перевод содержал ошибку; участнику также предоставлялась возможность нажать клавишу «ENTER», если он по каким-либо причинам сомневался в содержании предложения. После нажатия одной из клавиш на экране появлялось предложение на китайском языке, в котором участника просили прочитать следующее предложение. Наличие данного предложения было необходимо для того, чтобы минимизировать влияние русского языка на чтение на китайском языке. Предложение исчезало с экрана через 5 секунд после появления или после того, как участник прочитывал его целиком. После этого на экране снова появлялась точка и процедура чтения предложения повторялась.

У студентов первого курса продолжительность эксперимента составляла от 1 до 1,5 ч, у студентов второго курса – от 35 мин до 1 ч.

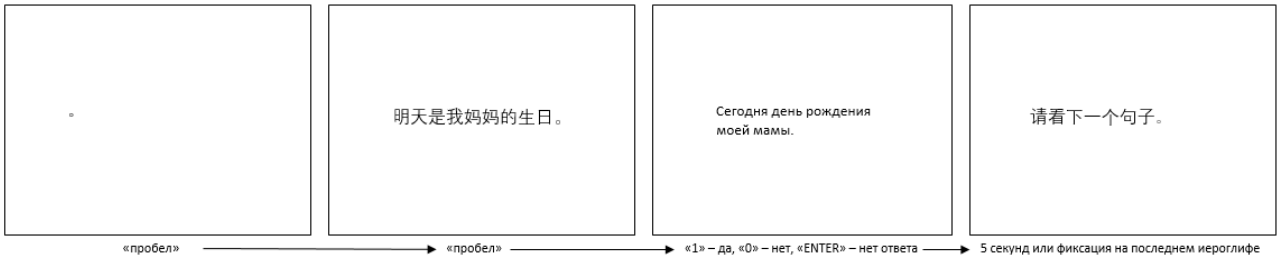


Рис 2. Процедура эксперимента. Слева направо: фиксационная точка, располагающаяся по центру первого иероглифа экспериментального предложения; экспериментальное предложение на китайском; перевод предложения на русский; предложение на китайском, подготавливающее участника к чтению экспериментального предложения. Снизу обозначены действия, необходимые для перехода к следующему экрану. Данный цикл повторялся 130 раз за эксперимент, из них 10 были тренировочными и 120 основными

Анализ данных

Предварительная обработка данных осуществлялась при помощи программного обеспечения SR-Research Data Viewer версии 3.2.48. При анализе – данные правого глаза; для двух респондентов использовались данные левого глаза, так как при прохождении эксперимента для них не удалось откалибровать данные от правого глаза.

Из анализа удалялись предложения, в которых содержались серьёзные проблемы с информацией о положении глаз: фиксации за пределами экрана, ошибочные саккады, связанные с ошибкой трекинга глаз. После этого к предложениям применялась процедура 4-ступенчатой очистки данных о фиксациях, встроенная в программное обеспечение. Таким образом, располагавшиеся рядом друг с другом короткие фиксации (< 80 мс) объединялись в одну, а продолжительные фиксации (> 1 200 мс) удалялись. После этого данные экспортировались в среду R [24] для их дальнейшей обработки.

Из анализа были исключены предложения, на контрольные вопросы которых были даны неправильные ответы. В итоге были использованы данные 7 394 прочитанных предложений из 10 200 возможных (72,5%).

Для анализа данных использовался метод смешанной линейной регрессии [25], реализованный в библиотеке lme4 [26]. Данный метод позволяет сочетать в пределах одной статистической модели фиксированные и случайные эффекты. Существуют различные критерии определения того, является эффект фиксированным или случайным [26]. В данной работе мы используем следующие критерии: фиксированные эффекты – это эффекты, имеющие постоянное значение для всех участников и влияние которых изучается в исследовании (т.е. те, которые представляют прямой интерес для исследования), случайные эффекты – это эффекты, которые отражают вариативность в показателях разных участников, стимулов и т.д.

Для анализа данных на уровне отдельных иероглифов в модели в качестве фиксированных эффектов учитывались факторы продолжительности обучения, места первой фиксации на иероглифе, место запуска саккады, приведшей к фиксации на иероглифе, визуальная сложность иероглифа (т.е. количество черт в иероглифе[7]). В качестве случайных эффектов были включены интерсепт – точка пересечения оси ординат, в данном анализе отмечающая общее среднее значение зависимой переменной, – для идентификаторов участников (с подуровнем номера экспериментального этапа), списка предложений (с подуровнем идентификатора предложений), а также идентификатор иероглифа, таким образом в модели предполагалось одинаковое влияние фиксированных факторов на зависимые переменные для всех случайных факторов, однако вместе с тем учитывался тот факт, что исходный уровень зависимой переменной у разных участников, предложений и иероглифов может отличаться.

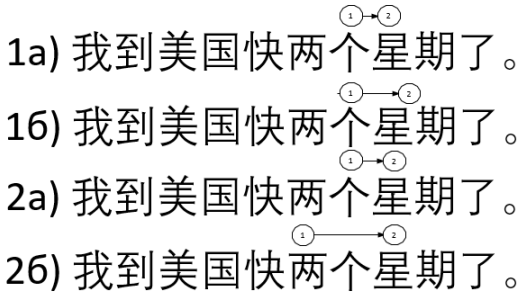


Рис. 3. Эффекты места первой фиксаций и места запуска саккады. 1а – фиксация 2 приходится на начало иероглифа, 1б – фиксация 2 приходится на конец иероглифа. 2а – фиксация 1 находится на коротком расстоянии от фиксации 2 (короткое место запуска), 2б – фиксация 1 находится на большом расстоянии от фиксации 2 (дальнее место запуска)

Фактор продолжительности обучения был закодирован при помощи скользящего контраста – таким образом, сравнение проводилось по отдельности между студентами первого и второго, второго и третьего, третьего и четвертого семестров. Стоит отметить, что при таком кодировании может возникнуть ситуация, когда два смежных уровня не имеют статистически значимых различий, однако между двумя несмежными уровнями имеется статистически значимое различие. В случае неудовлетворения требования нормальности распределения остатков линейной модели переменная подвергалась трансформации.

Все независимые непрерывные переменные были предварительно центрированы по среднему значению, т.е. из каждого отдельного значения вычиталось среднее арифметическое значение данной переменной, таким образом, новое среднее значение оказывалось равным 0, а значения переменной указывали на то, насколько сильно отклоняется каждое конкретное значение от этого среднего. Такой подход преследует две цели: с одной стороны, приводит все независимые переменные к одной шкале, с другой стороны, упрощает интерпретацию модели. Второй пункт представляется особенно важным: во всех представленных моделях базовым уровнем (относительно которого высчитываются эффекты) является значение показателей чтения предложения для студента после первого семестра обучения при всех остальных независимых эффектах, имеющих среднее значение.

При построении моделей сначала строилась максимально сложная модель, учитывающая все взаимодействия. Однако большое количество факторов приводило к излишне большому количеству взаимодействий между факторами и существенно снижало интерпретируемость полученных результатов, поэтому из моделей по очереди удалялись незначимые взаимодействия. Сравнение моделей осуществлялось при помощи функции anova библиотеки stats языка программирования R. В статье представлены результаты оптимальных моделей; формулы, использованные при вычислении результатов модели, дополнительно представлены в соответствующих таблицах.

В реализации метода смешанных линейных моделей в библиотеке lme4 не предусмотрено вычисление статистической значимости в силу отсутствия консенсуса относительно вычисления количества степеней свобод для смешанных линейных моделей. Одним из возможных способов установления значимости является использование t-значения в качестве статистического теста значимости. При большом объеме выборки t-значение, большее, чем $|\pm 1{,}96|$, принимается как статистически значимое ($p < 0{,}05$). Другой способ, используемый исследователями, – применение приближения Кенварда–Роджерса для вычисления степеней свободы, реализованное в пакете lmertest [28]. P – значения, вычисленные с использованием данного метода, также приведены в таблицах.

Стоит учесть, что данный анализ имеет разведочный характер, т.е. данный анализ не ставит целью про-

верить одну или несколько конкретных гипотез. Целью данного анализа является выявление различий в показателях чтения на различных этапах овладения китайским языком. Таким образом, данный анализ включает большое количество сравнений, что непременно приводит к увеличению количества ошибок первого типа (ложноположительный результат). Во избежание возникновения таких ошибок было принято решение считать эффект значимым, если t-значение превышает |±3,3|, что приблизительно соответствует p-значению 0,001. Значения, превышающие |±3,3|, в таблицах отмечены жирным шрифтом. Т-значения, большие, чем |±1,96|, рассматриваются как свидетельство о возможном наличии эффекта. Р-значения, вычисленные по приближению Кенварда–Роджерса, меньшие 0,05 также выделены жирным шрифтом, для того чтобы отметить потенциально значимые факторы.

Так как повторная фиксация и пропуск иероглифа предполагают бинарный исход (например, иероглиф либо был пропущен, либо нет), для анализа данных зависимых переменных использовалась генерализированная смешанная линейная модель с бинарным исходом. В качестве фиксированных и случайных эффектов использовались те же переменные, что и в обычных линейных моделях.

Построение графиков, отражающих результаты моделирования, было произведено при помощи пакетов sjplot [29] и ggplot2 [30].

Результаты

Студенты после первого семестра правильно ответили на 61,2% контрольных предложений, после второго – на 81,8%, после третьего – на 89,7%, после четвертого семестраи – на 90,27%.

Общая продолжительность чтения. Средняя продолжительность чтения составила 7,59 с (SD = 2,88) для студентов первого семестра, 5,96 с (SD = 2,77) – второго семестра, 5,83 с (SD = 2,31) – третьего семестра, 4,38 с (SD = 1,8) – четвертого курса. В качестве фиксированных эффектов в модель были включены продолжительность обучения и длина предложения.

Результаты модели представлены в табл. 2. В целом студенты продемонстрировали понижение продолжительности чтения предложения с увеличением продолжительности изучения языка (рис. 4). Очевидным образом фактор длины предложения оказал существенное влияние на продолжительность чтения.

Стоит отметить отсутствие различия между студентами второго и третьего семестра по данному показателю. С одной стороны, это может быть связано с тем фактом, что в действительности результаты первого и второго семестра, а также третьего и четвертого семестра представлены двумя различными группами, а наблюдаемые эффекты могут быть объяснены эффектом знакомства с экспериментальной процедурой. Тем не менее при проверке эффекта длительности эксперимента на продолжительность чтения не было выявлено ни уставания – снижения характеристик процесса чтения, ни привыкания – повышения характеристик с ходом эксперимента. В таком случае представляется, что эффект знакомства с процедурой эксперимента должен был проявиться уже в ходе первого экспериментального этапа. Более вероятным представляется, что студенты освоили программы семестров в несколько различных темпах. В дальнейшем эффект перехода со второго на третий семестр (который наблюдается и в других показателях) не обсуждается.

Таблица 2

Результаты моделирования продолжительности чтения

	Продолжительность чтения предложения			
	lmer(log(td) ~ term + sl + (1|subj/visit) + (1|list/sid))			
Фактор	*Значение*	*SE*	*t*	p
Общее среднее, мс, log	8,59	0,03	**275,4**	**<0,001**
1-й и 2-й семестры (12)	–0,33	0,04	**–8,64**	**<0,001**
2-й и 3-й семестры (23)	–0,09	0,07	–1,35	0,178
3-й и 4-й семестры (34)	–0,24	0,05	**–4,86**	**<0,001**
Длина предложения, знаков	0,09	0,00	**31,99**	**<0,001**

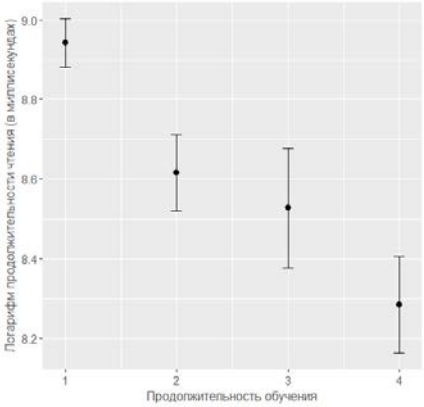


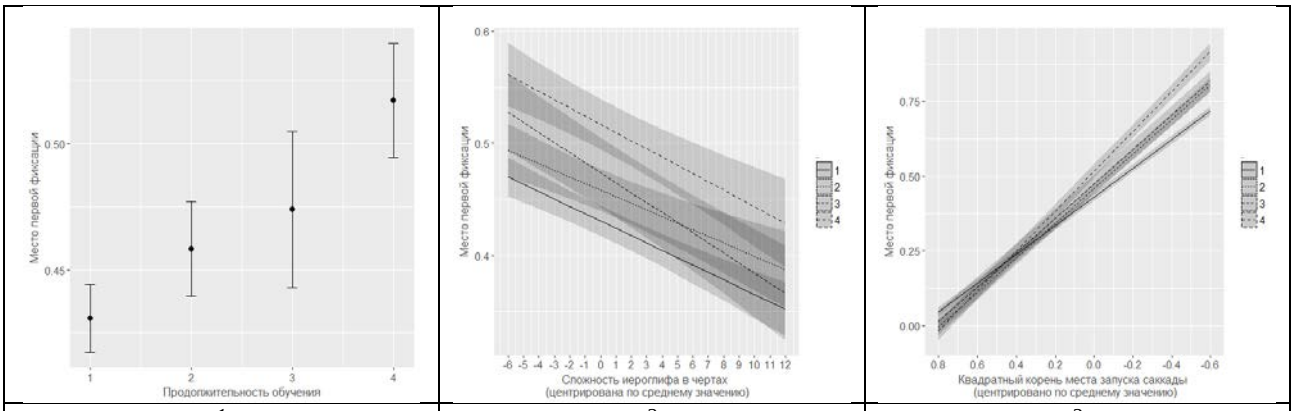
Рис. 4. График зависимости продолжительности чтения от продолжительности обучения

Положение первой фиксации на иероглифе. Положение первой фиксации определялось в границах от 0 до 1, где 0 соответствовала левая граница иероглифа, а 1 – правая граница. Среднее значение положения первой фиксации оказалось равным 0,44 (SD = 0,23) для студентов первого семестра, 0,46 (SD = 0,24) – второго семестра, 0,47 (SD = 0,25) – третьего семестра, 0,51 (SD = 0,25) – четвёртого семестра. Таким образом, наблюдается тенденция к смещению положения первой фиксации ближе к центру иероглифа с увеличением продолжительности обучения (рис. 5, *1*). Бóльшая сложность иероглифа приводила к фиксации ближе к его началу (b = –0,01, SE = 0,00, t = –8,30) для студентов всех групп (рис. 5, *2*). Также были зафиксировано взаимодействие продолжительности обучения с местом запуска саккады. У студентов с бóльшим опытом изучения языка положение первой фиксации сдвигается ближе к концу иероглифа для фиксаций с близким положением начала саккады и ближе к началу иероглифа для более дальних положений (рис. 5, *3*).

Таблица 3

Результаты моделирования места первой фиксации

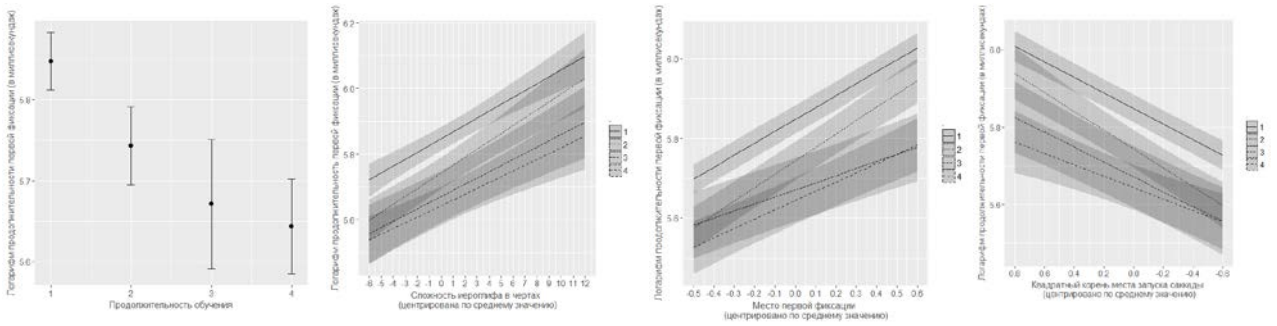
	Место первой фиксации			
	lmer(ilp ~ term * csc + term * cls + (1|subj/visit) + (1|list/sid) + (1|wid))			
Фактор	*Значение*	*SE*	*t*	p
Общее среднее, знаков	0,47	0,01	**68,91**	**<0,001**
1-й и 2-й семестры (12)	0,03	0,01	**4,20**	**<0,001**
2-й и 3-й семестры (23)	0,02	0,01	1,17	0,242
3-й и 4-й семестры (34)	0,04	0,01	**5,02**	**<0,001**
Сложность иероглифа (СИ), черт	–0,01	0,00	**–8,30**	**<0,001**
Место запуска саккады (МЗС), знаков	–0,58	0,00	**–122,12**	**<0,001**
12:СИ[8]	0,00	0,00	0,68	0,494
23:СИ	–0,00	0,00	**–3,42**	**0,001**
34:СИ	0,00	0,00	1,52	0,129
12:МЗС	–0,10	0,01	**–7,68**	**<0,001**
23:МЗС	0,00	0,01	0,30	0,761
34:МЗС	–0,09	0,01	**–6,67**	**<0,001**



1 *2* *3*

Рис. 5. Графики зависимости места первой фиксации от *1* – продолжительности обучения, *2* – взаимодействия сложности иероглифа и продолжительности обучения[9], *3* – взаимодействия места запуска саккады и продолжительности обучения[10]

Продолжительность первой фиксации на иероглифе. Средняя продолжительность первой фиксации составила 352 мс (SD = 174) после первого семестра обучения, 322 мс (SD = 159) – после второго, 304 мс (SD = 141) – после третьего, 302 мс (SD = 136) – после четвертого. Продолжительность фиксаций существенно снизилась после второго семестра по сравнению с первым семестром, в дальнейшем наблюдалось незначительное снижение на каждом из этапов (рис. 6.1). Бóльшая визуальная сложность иероглифа (рис. 6.2) приводила к увеличению продолжительности первой фиксации (b = 0,02, SE = 0,00, t = 7,21), смещение положения первой фиксации ближе к концу иероглифа (рис. 6.3) также приводило к увеличению продолжительности фиксации (b = 0,26, SE = 0,01, t = 28,75), увеличение расстояния от места запуска саккады до текущей фиксации (рис. 6.4) также приводило к увеличению продолжительности фиксации (b = 0,20, SE = 0,01, t = 17,93).

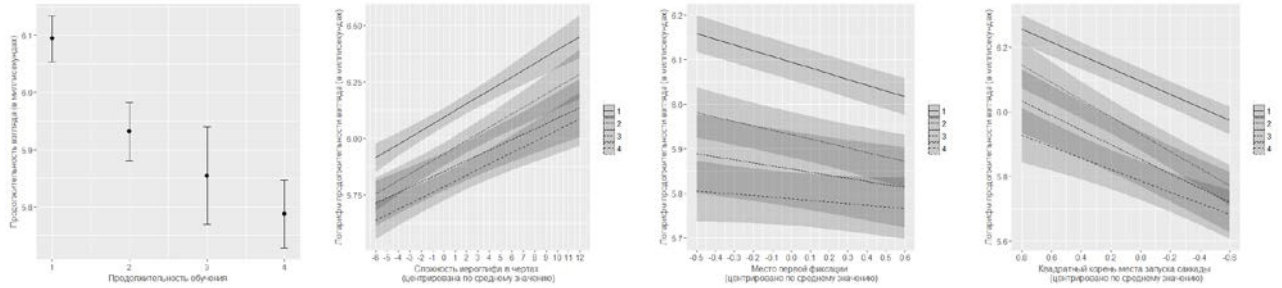


1 *2* *3* *4*

Рис. 6. Графики зависимости продолжительности первой фиксации от *1* – продолжительности обучения, *2* – взаимодейтсвия сложности иероглифа и продолжительности обучения, *3* – взаимодействия места первой фиксации и продолжительности обучения[11], *4* – взаимодействия места запуска саккады и продолжительности обучения.

Продолжительность взгляда на иероглифе. Средняя продолжительность взгляда после первого семестра составила 483 мс (SD = 235), после второго – 403 мс (SD = 209), после третьего – 379 мс (SD = 196), после четвертого семестра – 353 мс (SD = 184). Студенты продемонстрировали существенное снижение продол-

жительности фиксаций на всех этапах исследования (рис. 7, *1*). Дополнительно все эффекты, которые обычно влияют на продолжительность фиксаций, также оказались статистическими значимыми: большая визуальная сложность иероглифа (рис. 7, *2*) приводила к большей продолжительности фиксаций (b = 0,03, SE = 0,00, t = 7,04), продолжительность фиксаций увеличивалась с увеличением расстояния от места предыдущей фиксации (b = 0,22, SE = 0,01, t = 18,31), продолжительность фиксаций также снижалась со смещением относительного положения первой фиксации к правому краю иероглифа (b = –0,08, SE = 0,01, t = –8,48). Несмотря на отсутствие статистически значимого различия во взаимодействии между смежными уровнями продолжительности обучения и позицией первой фиксации, наблюдается общая тенденция к уменьшению влияния положения первой фиксации на продолжительность взгляда с увеличением продолжительности обучения (рис. 7, *3*). Представляется, что это связано со снижением количества фиксаций при первом проходе с увеличением продолжительности обучения: после первого семестра студенты совершали в среднем 1,34 (SD = 0,61) фиксации на каждом иероглифе, после второго – 1,25 (SD = 0,51), после третьего – 1,23 (SD = 0,5), после четвертого – 1,16 (SD = 0,41). Также наблюдается общая тенденция к уменьшению влияния начального положения саккады на продолжительность взгляда: увеличение длины саккад, предшествующих фиксациям, приводит к увеличению разницы в продолжительности фиксаций у студентов с различной продолжительностью обучения. Напротив, для коротких саккад разница в продолжительности фиксаций у студентов после второго, третьего и четвёртого семестров не является существенной (рис. 7, *4*).



1 *2* *3* *4*

Рис. 7. Графики зависимости продолжительности взгляда от *1* – продолжительности обучения, *2* – взаимодейтсвия сложности иероглифа и продолжительности обучения, *3* – взаимодействия места первой фиксации и продолжительности обучения, *4* – взаимодействия места запуска саккады и продолжительности обучения

Таблица 4

Результаты моделирования продолжительности первой фиксации и продолжительности взгляда

	Продолжительность первой фиксации				Продолжительность взгляда			
	lmer(log(ffd) ~ term * csc + term * clp + term * cls + csc * clp * cls + (1|subj/visit) + (1|list/sid)) + (1|wid)				lmer(log(gd) ~ term * csc + term * clp + term * cls + csc * clp * cls + (1|subj/visit) + (1|list/sid)) + (1|wid)			
Фактор	*Значение*	*SE*	*t*	p	*Значение*	*SE*	*t*	p
Общее среднее, мс, log	5,73	0,02	**315,40**	**<0,001**	5,92	0,02	**288,45**	**<0,001**
1 и 2 семестры (12)	–0,10	0,02	**–6,29**	**<0,001**	–0,16	0,02	**–10,33**	**<0,001**
2 и 3 семестры (23)	–0,07	0,03	–2,11	**0,035**	–0,08	0,04	–2,16	**0,031**
3 и 4 семестры (34)	–0,03	0,02	–1,25	0,210	–0,07	0,02	–3,23	**0,001**
Сложность иероглифа (СИ)	0,02	0,00	**7,21**	**<0,001**	0,03	0,00	**7,04**	**<0,001**
Место первой фиксации (МПФ)	0,26	0,01	**28,75**	**<0,001**	–0,08	0,01	**–8,48**	**<0,001**
Место запуска саккады (МЗС)	0,20	0,01	**17,93**	**<0,001**	0,22	0,01	**18,31**	**<0,001**
12:СИ	0,00	0,00	1,62	0,105	–0,00	0,00	–0,13	0,897
23:СИ	–0,01	0,00	–2,89	**0,004**	–0,01	0,00	–3,12	**0,002**
34:СИ	–0,00	0,00	–0,63	0,529	0,00	0,00	0,68	0,494
12:МПФ	0,04	0,02	1,55	0,121	0,03	0,03	1,14	0,256
23:МПФ	–0,16	0,02	**–6,96**	**<0,001**	0,03	0,02	1,21	0,227
34:МПФ	0,06	0,03	2,16	**0,031**	0,03	0,03	1,18	0,239
12:МЗС	0,04	0,03	1,48	0,139	0,06	0,03	2,09	**0,037**
23:МЗС	–0,05	0,03	–1,86	0,063	–0,04	0,03	–1,41	0,159
34:МЗС	–0,05	0,03	–1,41	0,159	–0,05	0,03	–1,42	0,156
МПФ:МЗС	–0,07	0,04	–1,77	0,076	–0,19	0,04	**–4,80**	**<0,001**
СИ:МЗС	–0,00	0,00	–1,06	0,287	0,01	0,00	1,27	0,204
СИ:МПФ	–0,00	0,00	–0,32	0,749	–0,01	0,00	**–3,43**	**0,001**
СИ:МПФ:МЗС	0,04	0,01	3,04	**0,002**	0,00	0,01	0,13	0,895

Вероятность пропуска иероглифа. После первого семестра студенты пропускали 6% иероглифов во время первого прохода чтения, после второго семестра – 7%, после третьего – 9%, после четвертого – 13%. Результаты статистической модели представлены в табл. 5. Для визуально простых иероглифов было зафиксировано приближающееся к статистической значимости повышение вероятности пропуска иероглифа с увеличением продолжительности обучения (b = 0,95, SE = 0,01, t = –3,23). Для визуально сложных иероглифов, однако, вероятность пропуска не отличалась существенно между четырьмя группами (рис. 8).

Вероятность повторной фиксации. После первого семестра студенты возвращались к иероглифам, которые уже были до этого зафиксированы, в 33% случаев, после второго семестра – в 24%, после третьего – в 24%, после четвертого – в 14%. Результаты статистической модели представлены в табл. 5. Показатель вероятности возврата к прежде зафиксированному иероглифу продемонстрировал снижение с увеличением продолжительности обучения (рис. 9).

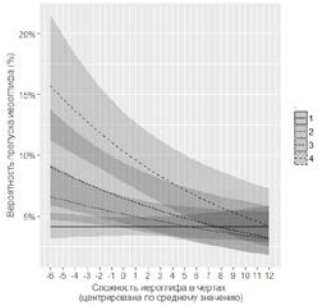


Рис. 8. Графики зависимости вероятности пропуска иероглифа от взаимодействия продолжительности обучения и сложности иероглифа

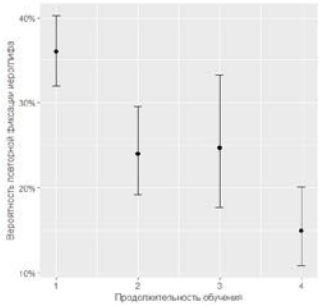


Рис. 9. График зависимости вероятности повторной фиксации на иероглифе от продолжительности обучения

Частота регрессий при первом проходе. В значениях частоты регрессий можно отметить понижение данного показателя с повышением продолжительности обучения. Частота регрессий после первого семестра составила 18%, после второго – 13%, после третьего – 14%, после четвертого – 8%.

Заключение

Таким образом, результаты исследования продемонстрировали следующие особенности адаптации носителей языков с алфавитной системой письменности к чтению текстов логографической системы письменности на раннем этапе её изучения.

I. В целом, наблюдаются изменения по всем показателям чтения с увеличением продолжительности обучения. Были отмечены изменения как в показателях ранних, так и поздних мер, среди них: постепенное и устойчивое понижение продолжительности первой фиксации и продолжительности взгляда; снижение продолжительности чтения, частоты регрессий и вероятности повторной фиксации; повышение вероятности пропуска иероглифа; смещение позиции первой фиксации ближе к середине иероглифа.

II. Было установлено, что факторы, традиционно влияющие на процесс чтения у носителей китайского языка, оказывают разное влияние на процесс чтения у студентов, находящихся на разных стадиях изучения языка как иностранного:

1) Отмечено различное влияние места запуска саккады на продолжительность взгляда – это выражается в снижении различий в скорости обработки иероглифов для коротких саккад у более опытных студентов (второго, третьего и четвертого семестров), в то время как для длинных саккад отмечается постепенное повышение скорости обработки у студентов всех семестров обучения. Это свидетельствует о том, что студенты уже на раннем этапе изучения языка могут осуществить частичную обработку иероглифа ещё до того, как зафиксируются на нём, в том случае, если предшествующая фиксация находилась на коротком расстоянии от иероглифа.

2) Аналогичный эффект проявляется во влиянии сложности иероглифа на продолжительность первой фиксации. Простые иероглифы обрабатываются одинаково быстро всеми студентами уже после второго семестра изучения китайского языка, в то время как сложные иероглифы вызывают затруднения как у студентов первого, так и второго семестров. Данное наблюдение может свидетельствовать о трудностях с идентификацией иероглифов, содержащих большее количество черт, на ранних этапах изучения языка. Большое количество визуально сложных иероглифов являются составными; представляется вероятным, что опытные студенты осуществляют идентификацию составных частей иероглифа (и, как результат, всего иероглифа) более эффективно, чем только начавшие обучение студенты.

3) Наконец, взаимодействие продолжительности обучения также отмечено в показателе вероятности пропуска иероглифа – в случае простых иероглифов вероятность пропуска повышается с повышением продолжительности обучения, однако сложные иероглифы пропускаются одинаково редко независимо от продолжительности обучения. Таким образом, вероятно, что визуально сложные иероглифы требуют слишком большого количества ресурсов внимания и не могут быть обработаны до того, как будут зафиксированы в области центрального зрения/

III. В значениях других показателей чтения (продолжительность чтения, вероятность повторной фиксации и частота регрессий) зафиксировано влияние продолжительности обучения без взаимодействия с другими факторами. Данные показатели тесно связа-

ны друг с другом: регрессии и повторные фиксации увеличивают продолжительность чтения. Совместное изменение в данных показателях свидетельствует о повышении эффективности когнитивной обработки языкового материала – опытным студентам требуется меньше времени и попыток, чтобы успешно извлечь и обработать информацию из текста.

IV. В сравнении с характеристиками процесса чтения у носителей языка можно отметить следующее:

1) Продолжительность первой фиксации и продолжительность взгляда на иероглифе оказались существенно выше значений, характерных для носителей китайского языка (260 мс [16]). Это свидетельствует о низкой эффективности процесса чтения на раннем этапе формирования данного навыка в другой системе письменности: читатель может испытывать трудности с распознаванием иероглифа, определением произношения, интеграцией его в пределах слова, словосочетания или предложения.

2) Эффект смещения положения первой фиксации на иероглифе может быть объяснен как на уровне отдельных иероглифов, так и на уровне слов. В обоих случаях это может быть объяснено известным эффектом предпочтительного положения первой фиксации, наблюдаемого в алфавитных системах письменности [12]. У начинающих изучение языка студентов постепенно вырабатывается аналогичная стратегия в отношении китайского: они предпочитают фиксироваться либо на центральной части иероглифа, либо ближе к центру слова[12] – таким образом в область центрального зрения попадает весь иероглиф или целое слово. В любом из этих случаев смещение положения первой фиксации вправо может свидетельствовать об увеличении диапазона зрительного восприятия с увеличением уровня владения языка.

3) У изучающих китайский язык студентов также было зафиксировано влияние эффекта сложности иероглифов, встречающегося у носителей языка: визуально простые иероглифы пропускаются чаще, чем визуально сложные. Это свидетельствует о том, что даже начинающие изучение языка студенты используют информацию из области парафовеального зрения для выбора места следующей фиксации.

V. В заключение отметим ограничения данного исследования. Одним из них является отсутствие контрольной группы носителей языка. В сравнениях показателей чтения, во-первых, мы ориентировались на результаты других исследований, однако даже в случае привлечения контрольной группы возникает вопрос о возможности сопоставления результатов. Известно, что задача, поставленная перед испытуемым, оказывает значительное влияние на процесс чтения [32]. Для носителей китайского языка экспериментальное задание, используемое в данном исследовании, носит иной характер, чем для носителей русского языка – проверка правильности перевода в таком случае осуществляется не на родном для них языке, а любые изменения в дизайне эксперимента могут привести к ещё большему искажению результатов. Во-вторых, в исследовании приняли участие только студенты первого и второго курсов, однако представляется возможным, что изменение показателей процесса чтения продолжается и после начального периода изучения языка, пусть и в замедленном темпе. Наконец, представляется, что в результатах прослеживается эффект экспериментальной группы, и результаты могут быть уточнены при условии участия одной группы студентов в течение всего исследования.

ПРИМЕЧАНИЯ

[1] То есть чтение на втором или иностранном языке.

[2] Фиксация – это состояние относительно неподвижного положения глаз, во время которого происходит извлечение информации (в данном случае языковой).

[3] Саккада – это быстрое, скачкообразное движение глаз, соединяющее две соседние фиксации, во время которой не происходит извлечение новой информации.

[4] То есть показатель чтения, отражающий начальный, моментальный этап когнитивной обработки языкового материала (например, доступ к фонологической, орфографической или семантической репрезентации слова в ментальном лексиконе читателя), также называется показателем первого прохода [22].

[5] То есть показатель чтения, отражающий поздний этап когнитивной обработки языкового материала, имеющий место после того, как читатель «покинул» интересующее слово, словосочетание или предложение [22].

[6] Это основное значение отдельно стоящего иероглифа, в данном случае это первый иероглиф составного слова 星期, «неделя».

[7] Например, иероглиф 一, «один» содержит одну черту и является визуально простым, в то время как иероглиф 碗, «чашка» содержит тринадцать черт и является визуально сложным.

[8] Здесь и далее двоеточие обозначает взаимодействие между двумя факторами, а именно указывает, насколько основной эффект одного фактора (в данном случае «сложность иероглифа») отличается на разных уровнях другого фактора (в данном случае «продолжительность обучения»).

[9] В левой части графика представлены простые иероглифы, в правой – сложные. Числа и линии обозначают различную продолжительность обучения (1–4-й семестры).

[10] В левой части графика представлены длинные саккады, предшествующие первой фиксации на иероглифе, в правой – короткие.

[11] Фиксации, находящиеся в левой части графика, приходились на начало иероглифа, в правой части – на конец.

[12] 80% слов, используемых в устной речи, являются двусложными [31].

ЛИТЕРАТУРА

1. Schroeder S., Hyönä J., Liversedge S.P. Developmental eye-tracking research in reading : Introduction to the special issue Developmental eye-tracking research in reading : Introduction to the special issue // Journal of Cognitive Psychology. 2015. Vol. 27, № 5. P. 500–510.
2. Whitford V. Eye Movement Methods to Investigate Bilingual Reading // Methods in Bilingual Reading Comprehension Research. 2015. P. 183–211.
3. Blythe H.I., Joseph H.S.S.L. Children’s eye movements during reading // The Oxford Handbook of Eye Movements. 2011. P. 643–662.

4. Kirkby J.A. et al. Binocular Coordination During Reading and Non-Reading Tasks // Psychological bulletin. 2008. Vol. 134, № 5. P. 742–763.
5. Feng G. Orthography and the development of reading processes: An eye-movement study of Chinese and English // Child development. 2009. Vol. 80, № 3. P. 720–735.
6. Hyönä J., Olson R.K. Eye fixation patterns among dyslexic and normal readers: Effects of word length and word frequency // Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. 1995. Vol. 21, № 6. P. 1430–1440.
7. Inhoff A.W., Rayner K. Parafoveal word processing during eye fixations in reading: Effects of word frequency // Perception & Psychophysics. 1986. Vol. 40, № 6. P. 431–439.
8. Juhasz B.J., Rayner K. The role of age of acquisition and word frequency in reading: Evidence from eye fixation durations // Visual Cognition. 2006. Vol. 13, № 7–8. P. 846–863.
9. Rayner K., Well A.D. Effects of contextual constraint on eye movements in reading: A further examination // Psychonomic Bulletin & Review. 1996. Vol. 3, № 4. P. 504–509.
10. Perea M., Acha J. Space information is important for reading // Vision Research. 2009. Vol. 49, № 15. P. 1994–2000.
11. Rayner K. Eye movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research // Psychological Bulletin. 1998. Vol. 124, № 3. P. 372–422.
12. Vitu F., O'Regan J.K., Mittau M. Optimal landing position in reading isolated words and continuous text // Perception & Psychophysics. 1990. Vol. 47, № 6. P. 583–600.
13. Yang H.M., McConkie G.W. Reading Chinese: Some basic eye-movement characteristics // Reading Chinese script: A cognitive analysis. 1999. P. 207–222.
14. Yan M. et al. Flexible saccade-target selection in Chinese reading // Quarterly Journal of Experimental Psychology. 2010. Vol. 63, № 4. P. 705–725.
15. Yan G. et al. The effect of word and character frequency on the eye movements of Chinese readers // British Journal of Psychology. 2006. Vol. 97, № 2. P. 259–268.
16. Liversedge S.P. et al. The effect of visual complexity and word frequency on eye movements during Chinese reading eye movements during Chinese reading // Visual Cognition. 2014. Vol. 22, № 3–4. P. 441–457.
17. Everson M.E. The effect of word-unit spacing upon the reading strategies of native and non-native readers of Chinese: An eye-tracking study. The Ohio State University, 1986.
18. Shen D. et al. Eye movements of second language learners when reading spaced and unspaced Chinese text // Journal of Experimental Psychology: Applied. 2012. Vol. 18, № 2. P. 192–202.
19. Wang J. et al. Adult Age Differences in Eye Movements During Reading : The Evidence From Chinese // The Journals of Gerontology: Series B 2018. Vol. 73, № 4. P. 584–593.
20. Mashanlo T.E. Intercultural written communication: bilingual reading of texts written in alphabetic and logographic writing systems // Rusin. 2018. № 51. P. 299–311.
21. Mashanlo T.E. The effect of L2 proficiency on the eye movement measures during L2 reading in Russian-Chinese and Chinese-Russian late bilinguals // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. 2018. № 433. P. 22–30.
22. Juhasz B.J., Pollatsek A. Lexical influences on eye movements in reading // The Oxford Handbook of Eye Movements. 2011. P. 873–893.
23. Marian V., Blumenfeld H.K., Kaushanskaya M. The Language Experience and Proficiency Questionnaire (LEAP-Q): Assessing Language Profiles in Bilinguals and Multilinguals // Journal of Speech Language and Hearing Research. 2007. Vol. 50, № 4. P. 940–967.
24. R Core Team R: A Language and Environment for Statistical Computing // R Found. Stat. Comput. Vienna, Austria, 2017.
25. Четвериков А.А. Линейные модели со смешанными эффектами в когнитивных исследованиях // Российский когнитивный журнал. 2015. Т. 1, № 2. С. 41–51.
26. Bates D. et al. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using {lme4} // Journal of Statistical Software. 2015. Vol. 67, № 1. P. 1–48.
27. Gelman A. Analysis of Variance: Why It Is More Important than Ever // The Annals of Statistics. 2005. Vol. 33, № 1. P. 1–31.
28. Kuznetsova A. lmerTest: Tests in Linear Mixed Effects Models. 2015. 2 (13).
29. Lüdecke D. sjPlot – Data Visualization for Statistics in Social Science. 2018.
30. Wickham H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. 2009.
31. Hoosain R. Psychological Reality of the Word in Chinese // Advances in Psychology. 1992. Vol. 90. P. 111–130.
32. Kaakinen J.K., Hyönä J. Task Effects on Eye Movements During Reading // Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition. 2010. Vol. 36, № 6. P. 1561–1566.

Статья представлена научной редакцией «Филология» 8 мая 2019 г.

Developmental Change in the Reading Measures of Russian Students Learning Chinese: A Longitudinal Eye-Tracking Study

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal, 2019, 442, 40–51.
DOI: 10.17223/15617793/442/5

Timur E. Mashanlo, Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: mashanlote@gmail.com

Keywords: late bilingualism; Chinese; logographic writing system; reading; eye movements; eye-tracking; longitudinal study.

The aim of the current study is to investigate the development of reading skill of Russian learners of Chinese at an early stage of language learning. In order to do so, the author set up a longitudinal study in which students' reading performance was monitored at different points of the instruction process. Four lists, each consisting of 120 Chinese sentences, were created for the study. The length of the sentences varied from 7 to 19 characters. Sentences differed in difficulty so that learners could read challenging sentences at every stage of their language learning. 27 first-year students and 20 second-year students participated in the first stage of the longitudinal study that took place during the winter break, 26 first-year students and 13 second-year students participated in the second stage that took place during the summer break. Participants silently read Chinese sentences while their eye movements were recorded using an Eyelink 1000 Plus eye-tracking system with a sampling rate of 1000 Hz. Each sentence was followed by a translation verification task: participants were asked to check if the Russian translation of the Chinese sentence was correct. An additional Chinese sentence that read 'Please read the next sentence" was inserted after the verification task to mitigate the possible unwanted effect of switching between reading in two different writing systems. The resulting data were analyzed using a linear mixed models approach. Results indicate that there is some developmental change in both early and late reading measures. First-pass sentence reading time, first fixation duration, gaze duration, regression rate, and probability of refixation on a character decreased as duration of instruction increased, while probability of skipping a character increased. The initial landing position on the character shifted towards the middle of the character in more proficient students. Additionally, the author found evidence for interaction between duration of instruction and some predictors of reading performance: more experienced students skipped visually simple characters more often that less experienced students; however, there was no difference in skip probability for visually complex characters. There was an interaction be-

tween character complexity and duration of instruction on first fixation duration: first fixation duration on visually simple characters was similar for students after two terms of instruction, while first fixation duration on visually complex characters showed only gradual improvement. There was also a similar interaction between launch site and duration of instruction on first fixation duration: durations were similar for students after two terms of instruction for short launch sites, while there was gradual improvement for long launch sites.

REFERENCES

1. Schroeder, S., Hyönä, J. & Liversedge, S.P. (2015) Developmental eye-tracking research in reading : Introduction to the special issue Developmental eye-tracking research in reading : Introduction to the special issue. *Journal of Cognitive Psychology*. 27 (5). pp. 500–510.

2. Whitford, V. (2015) Eye Movement Methods to Investigate Bilingual Reading. In: Heredia, R.R, Altarriba, J. & Cieślicka, A.B. (eds) *Methods in Bilingual Reading Comprehension Research*. Springer.

3. Blythe, H.I. & Joseph, H.S.S.L. (2011) Children's eye movements during reading. In: Liversedge, S.P., Gilchrist, I. & Everling, S. (eds) *The Oxford Handbook of Eye Movements.* Oxford: Oxford University Press.

4. Kirkby, J.A. et al. (2008) Binocular Coordination During Reading and Non-Reading Tasks. *Psychological Bulletin*. 134 (5). pp. 742–763.

5. Feng, G. (2009) Orthography and the development of reading processes: An eye-movement study of Chinese and English. *Child Development*. 80 (3). pp. 720–735. DOI: 10.1111/j.1467-8624.2009.01293.x

6. Hyönä, J. & Olson, R.K. (1995) Eye fixation patterns among dyslexic and normal readers: Effects of word length and word frequencyю *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 21 (6). pp. 1430–1440.

7. Inhoff, A.W. & Rayner, K. (1986) Parafoveal word processing during eye fixations in reading: Effects of word frequency. *Perception & Psychophysics.* Vol. 40 (6). pp. 431–439.

8. Juhasz, B.J. & Rayner, K. (2006) The role of age of acquisition and word frequency in reading: Evidence from eye fixation durations. *Visual Cognition*. 13 (7–8). pp. 846–863.

9. Rayner, K. & Well, A.D. (1996) Effects of contextual constraint on eye movements in reading: A further examination. *Psychonomic Bulletin & Review*. 3 (4). pp. 504–509.

10. Perea, M. & Acha, J. (2009) Space information is important for reading. *Vision Research.* 49 (15). pp. 1994–2000. DOI: 10.1016/**j**.visres.2009.05.009

11. Rayner, K. (1998) Eye movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research. *Psychological Bulletin.* 124 (3). pp. 372–422.

12. Vitu, F., O'Regan, J.K. & Mittau, M. (1990) Optimal landing position in reading isolated words and continuous text. *Perception & Psychophysics*. 47 (6). pp. 583–600.

13. Yang, H.M. & McConkie, G.W. (1999) Reading Chinese: Some basic eye-movement characteristics. In: Inhoff, A.W.> & Radach, R. (eds) *Reading Chinese script: A cognitive analysis.* Routledge.

14. Yan, M. et al. (2010) Flexible saccade-target selection in Chinese reading. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 63 (4). pp. 705–725. DOI: 10.1080/17470210903114858

15. Yan, G. et al. (2006) The effect of word and character frequency on the eye movements of Chinese readers. *British Journal of Psychology*. 97 (2). pp. 259–268. DOI; 10.1348/000712605X70066

16. Liversedge, S.P. et al. (2014) The effect of visual complexity and word frequency on eye movements during Chinese reading eye movements during Chinese reading. *Visual Cognition*. 22 (3–4). pp. 441–457. DOI: 10.1080/13506285.2014.889260

17. Everson, M.E. (1986) *The effect of word-unit spacing upon the reading strategies of native and non-native readers of Chinese: An eye-tracking study.* The Ohio State University.

18. Shen, D. et al. (2012) Eye movements of second language learners when reading spaced and unspaced Chinese text. *Journal of Experimental Psychology: Applied.* 18 (2). pp. 192–202.

19. Wang, J. et al. (2018) Adult Age Differences in Eye Movements During Reading : The Evidence From Chinese. *The Journals of Gerontology: Series B*. 73 (4). pp. 584–593.

20. Mashanlo, T.E. (2018) Intercultural written communication: bilingual reading of texts written in alphabetic and logographic writing systems. *Rusin*. 51. pp. 299–311. (In Russian). DOI: 10.17223/18572685/51/19

21. Mashanlo, T.E. (2018) The effect of L2 proficiency on the eye movement measures during L2 reading in Russian-Chinese and Chinese-Russian late bilinguals. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*. 433. pp. 22–30. (In Russian). DOI: 10.17223/15617793/433/3

22. Juhasz, B.J. & Pollatsek, A. (2011) Lexical influences on eye movements in reading. In: Liversedge, S.P., Gilchrist, I. & Everling, S. (eds) *The Oxford Handbook of Eye Movements*. Oxford: Oxford University Press.

23. Marian, V., Blumenfeld, H.K. & Kaushanskaya, M. (2007) The Language Experience and Proficiency Questionnaire (LEAP-Q): Assessing Language Profiles in Bilinguals and Multilinguals. *Journal of Speech Language and Hearing Research*. 50 (4). pp. 940–967. DOI: 10.1044/1092-4388(2007/067)

24. R Core Team. (2017) *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.

25. Chetverikov, A.A. (2015) Linear Mixed Effects Regression in Cognitive Studies. *Rossiyskiy kognitivnyy zhurnal – Russian Journal of Cognitive Science*. 1 (2). pp. 41–51. (In Russian).

26. Bates, D. et al. (2015) Fitting Linear Mixed-Effects Models Using {lme4}. *Journal of Statistical Software*. 67 (1). pp. 1–48. DOI: 10.18637/jss.v067.i01

27. Gelman, A. (2005) Analysis of Variance: Why It Is More Important than Ever. *The Annals of Statistics*. 33 (1). pp. 1–31.

28. Kuznetsova, A., Brockhoff, P.B. & Christensen, R.H.B. (2015) lmerTest: Tests in Linear Mixed Effects Models. *Journal of Statistical Software*. 2(13). DOI: 10.18637/jss.v082.i13

29. Lüdecke, D. (2018) *sjPlot – Data Visualization for Statistics in Social Science.* DOI: 10.5281/zenodo.1308157

30. Wickham, H. (2009) *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer.

31. Hoosain, R. (1992) Psychological Reality of the Word in Chinese. *Advances in Psychology*. 90. pp. 111–130.

32. Kaakinen, J.K. & Hyönä, J. (2010) Task Effects on Eye Movements During Reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*. 36 (6). pp. 1561–1566. DOI: 10.1037/a0020693

Received: 08 May 2019