

УДК 159. 9.072

## ВЛИЯНИЕ ОБУЧАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ИМПЛИЦИТНОЕ И ЭКСПЛИЦИТНОЕ НАУЧЕНИЕ НОВЫМ СЛОВАМ: РЕЗУЛЬТАТЫ ПИЛОТАЖНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ<sup>1</sup>

Е.И. Перикова<sup>1</sup>, Е.Н. Блинова<sup>1</sup>, Е.А. Андриющенко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9

### Резюме

Доступность средств виртуальной реальности (VR) и привлекательность их интерактивности для пользователей повлияли на распространение данной технологии в сфере языковых образовательных программ. Однако научные исследования эффективности VR в сравнении с традиционными методами малочисленны и показывают противоречивые результаты, которые могут объясняться влиянием дополнительных факторов, таких как двигательная активность обучающегося и используемые стратегии речевого научения. С целью уточнения роли данных факторов мы разработали естественный дизайн обучающих заданий в VR и на мониторе компьютера, основанный на аудиальном предъявлении участникам новых слов совместно с их визуальными референтами в контексте вопросительных предложений. Контролируемыми переменными были стратегии речевого научения (быстрое картирование / явное кодирование) и способы двигательного ответа на вопрос (высокоамплитудные / низкоамплитудные движения руки). 16 респондентов изучили по 8 существительных в двух обучающих средах. Правильность ответов и время реакции в задании узнавания позволили оценить успешность усвоения слов. Правильность ответов была проанализирована с помощью RM-ANOVA, время реакции – с использованием Wilcoxon test. Правильность узнавания новых слов значительно не различалась после обучения в VR (55%) и за монитором компьютера (61%). Слова, изученные при выполнении высокоамплитудных движений всей рукой, значительно лучше узнавались участниками при их усвоении посредством быстрого картирования, в то время как для слов, изученных при совершении низкоамплитудных движений пальцем, было характерно лучшее усвоение после явного кодирования при работе за монитором компьютера. Слова, изученные участниками с использованием стратегии явного кодирования при выполнении низкоамплитудного движения пальцем, узнавались быстрее после обучения в VR, чем за монитором компьютера. Пилотажное исследование показало эффективность семантического усвоения новых слов в обеих обучающих средах при совместном влиянии стратегий речевого научения и двигательной активности обучающегося на этот процесс.

**Ключевые слова:** язык; семантическое научение; обучающая среда; виртуальная реальность; быстрое картирование; явное кодирование; воплощенное познание; виртуальный агент

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено за счет гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (проект № МК-2021.2021.2).

## **Введение**

Доступность оборудования для создания и использования виртуальной реальности (VR) и эффективность последней в широком спектре образовательных задач от тренировки практических профессиональных навыков в области нейрохирургии (Müns, Meixensberger, Lindner, 2014) и инженерном деле (Alhalabi, 2016) до изучения теоретического материала по физике (Johnson-Glenberg, Megowan-Romanowicz, 2017) и географии (Z. Lv, X. Li, W. Li, 2017) привели к росту числа обучающих программ с использованием VR-технологий, в том числе для изучения языка. С 2007 г. пользователям Интернета стали доступны массовые открытые онлайн-курсы для освоения иностранного языка, с 2015 г. сервис Google Expeditions сделал возможным погружение учащихся в атмосферу страны изучаемого языка, а с 2020 г. VR-шлемы стали использовать в российских школах в рамках программы, поддержанной Министерством просвещения РФ (Radianti, Majchrzak, Fromm, Wohlgenannt, 2020; Зинченко, Меньшикова, Баяковский, Черноризов, Войскунский, 2010). Однако когнитивные и психофизиологические основания эффективности использования такого рода технологий остаются практически неизученными.

Многие исследователи отмечают, что система виртуальной реальности имеет в своей основе механизм, схожий с процессом представления реальности мозгом. Мозг человека создает воплощенную симуляцию (ментальную репрезентацию) тела в пространстве, используемую для представления и прогнозирования действий (Riva, Wiederhold, Mantovani, 2019). Система виртуальной реальности работает аналогичным образом: VR пытается предсказать сенсорные последствия движений человека, предоставляя ему ту же сцену, которую он увидит в реальности. Для этого система VR, как и мозг, поддерживает репрезентацию (симуляцию) тела и пространства вокруг него. Таким образом, программы с использованием VR дают возможность организации обучения языку в ситуации, приближенной к естественной двигательной активности, что согласуется, с одной стороны, с теориями воплощенного познания, согласно которым когнитивные процессы находятся в неразрывной связи с телесной организацией человека (Goldin-Meadow, Beilock, 2010; Goldin-Meadow, Wagner, 2005), а с другой стороны, с практикой эффективного изучения языка через полное погружение в естественную языковую среду (Terehoff, 2000). Так, в исследовании J.A. Linck, J.F. Kroll и G. Sunderman (2009) было показано, что студенты, которые осваивали новый язык, переехав в страну его носителей, справились с этой задачей более эффективно в сравнении с теми, кто занимался аудиторно в стране проживания. Авторы отмечают, что студенты, обучающиеся за границей, попадают в аутентичную среду, что позволяет им лучше усваивать новый язык за счет приобщения к более широкому (в том числе внелингвистическому) культурному контексту (Byram, Feng, 2004). VR дает человеку возможность учиться на практике, взаимодействуя с изучаемыми объектами, а не только наблюдая их, как это традиционно происходит на

уроках иностранного языка, что поддерживает интеграцию базового перцептивного и двигательного опыта человека в систему представления знаний (Lan, Fang, Legault, Li, 2015; Hung, Lin, Fang, Chen, 2014).

Однако, несмотря на доступность ВР-технологий и их потенциальную эффективность в изучении языка, проводится недостаточно научных исследований в этой области. Т.Т. Lin и Y.J. Lan (2015) по итогам анализа статей, опубликованных с 2004 по 2013 г. в журналах по тематике речевого научения с использованием компьютерных технологий, обнаружили, что только 3,6% текстов были связаны с ВР-технологиями. Недавний литературный обзор выпусков 17 журналов по аналогичной проблематике, вышедших за период с 2015 по 2018 г., выявил 26 статей, посвященных использованию ВР-технологий в изучении языка (Parmaxi, 2016).

Результаты немногочисленных исследований, в ходе которых сравнивалась эффективность ВР-технологий и традиционных образовательных средств изучения новых слов (компьютерных программ или бумажных носителей), позволяют судить о существовании противоречивых тенденций. При сопоставлении успешности изучения слов в ВР и с бумажных носителей проверка усвоения слов, проводимая непосредственно после обучения, показывает приблизительно равную эффективность обоих методов (Ковалев, Роголева, Егоров, 2019), а в некоторых случаях большую эффективность традиционного (Vazquez, Xia, Aikawa, Maes, 2018; Ebert, Gupta, Makedon, 2016). Однако технологии ВР оказываются более продуктивны с точки зрения отсроченных эффектов (Ebert et al., 2016), а также обладают преимуществами в сравнении с обучением на мониторе компьютера (Ковалев и др., 2019; Legault et al., 2019).

Противоречивость получаемых исследователями результатов может объясняться влиянием дополнительных факторов, являющихся частью процесса обучения в ВР и требующих контроля со стороны экспериментатора. К таким факторам можно отнести двигательную активность обучающегося, наличие в ВР-среде учителя (виртуального агента) и используемые в эксперименте стратегии речевого научения.

Так, в исследованиях, посвященных роли двигательной активности в усвоении речевой информации в ВР-среде, было показано, что моторная активность в ходе обучения языку способствует запоминанию большего числа новых слов (Vazquez et al., 2018), а ситуация самостоятельного взаимодействия человека с виртуальными объектами оказывается более продуктивной для речевого научения в сравнении с работой в условиях наличия внешней навигации (Legault et al., 2019). Однако С. Repetto, В. Colombo, G. Riva (2015) отмечают, что подобные эффекты не обнаруживаются в том случае, если семантика новых слов не связана с выполняемым движением. Неоднозначность полученных данных позволяет предположить, что при анализе эффективности ВР в области научения языку необходимо учитывать не только сам факт необходимости выполнения движений, но и другие значимые условия, например характер такого движения и его смысловую связанность с изучаемым словом.

Еще один мотивационно-значимый компонент обучения в ВР и других традиционных средах – это наличие учителя. Три вида обучения, представленные в описанных выше исследованиях, различаются по данному параметру: изучение с использованием бумажного носителя или компьютерной программы носит индивидуальный характер, а обучение в классе сопровождается присутствием учителя. При этом роль социального взаимодействия в ВР-среде в процессе обучения практически не исследована (Sinatra et al., 2021).

Совершенно не изученной является и роль стратегий речевого научения при усвоении новых слов в различных обучающих средах. В психо- и нейролингвистических исследованиях по проблеме принято выделять две стратегии научения языку, используемые как для детьми, так и для взрослыми: имплицитное научение, которое часто называют быстрым (мгновенным) картированием, или отображением (fast mapping), связанное с пониманием информации из контекста, т.е. через дедукцию, и эксплицитное научение, называемое явным кодированием (explicit encoding), которое обеспечивается прямой инструкцией и повторением материала (Shtyrov, Kirsanov, Shcherbakova, 2019; Carey, Bartlett, 1978). Данные об эффективности данных стратегий среди взрослых групп испытуемых противоречивы. Одни исследования сообщают о большей точности ответов в задаче установления семантического соответствия слова и изображения в результате явного кодирования в сравнении с быстрым картированием (Shtyrov et al., 2022; Cooper Greve, Henson, 2019), другие не обнаруживают значимых различий в эффективности усвоения слов посредством двух названных стратегий (Shtyrov et al., 2021; Warren, Duff, 2014). Однако в представленных исследованиях обучающие парадигмы использовались в рамках традиционных экспериментальных условий, при которых речевое научение осуществлялось с помощью предъявления стимулов на мониторе компьютера и не предполагало экспериментального контроля двигательной активности участника во время исследования, что не позволяет оценить вклад моторного компонента в процессы усвоения новых слов.

Мы предполагаем, что сочетание двух названных факторов – стратегии речевого научения и опосредованности данного процесса движением – может влиять на эффективность усвоения новых слов. Так, эффективность быстрого картирования может быть значительно выше при вовлечении двигательного компонента в процесс усвоения новых слов за счет высокой контекстуальной обусловленности данной стратегии. При использовании стратегии явного кодирования эффективность обучения, напротив, может снижаться при необходимости выполнения движений, увеличивающих когнитивную нагрузку на обучающегося (повышая требования к концентрации и переключению внимания). Мы полагаем, что описанные закономерности в большей степени проявятся при изучении слов в ВР за счет естественности двигательной активности в данной обучающей среде в сравнении с традиционным способом обучения при работе за монитором компьютера.

Решение упомянутых проблем вошло в задачи настоящего эксперимента, целью которого была оценка эффективности семантического усвоения новых слов с применением стратегий быстрого картирования и явного кодирования в движении в условиях виртуальной реальности и при работе за монитором компьютера.

### Материалы методы

Для достижения поставленной цели нами был разработан полностью контролируемый экспериментальный дизайн исследования механизмов семантического научения, основанный на аудиальном предъявлении участникам новых слов в соответствии с их визуальными референтами. Специфика освоения новых слов определялась взаимодействием трех условий: (1) среды обучения (виртуальная реальность / монитор компьютера), (2) стратегии речевого научения (быстрое картирование / явное кодирование), (3) способа двигательного ответа на стимульные вопросы (высоко- / низкоамплитудное движение).

**Стимульный материал исследования** состоял из аудиальных стимулов, представленных словами и контекстными предложениями, и визуальных стимулов.

Для эксперимента были отобраны 16 трехбуквенных существительных русского языка, обозначающих предметы (структура: согласный–гласный–согласный; например, «меч»), характеризующихся схожими показателями частотности словоупотребления: средняя частотность леммы 72,987 (Ляшевская, Шаров, 2009). На основе отобранных существительных были составлены 16 псевдослов (далее – новых слов), имеющих аналогичную фонетическую структуру (например, «няч») и получивших значительно менее высокие, чем реально существующие слова, оценки узнаваемости среди носителей русского языка ( $t(22) = 68,6; p < 0,001$ ). В качестве семантических референтов слов использовались изображения известных участникам объектов и малоизвестных, т.е. незнакомых большинству представителей русскоязычного культурного пространства, предметов (например, древних медицинских приборов). Для каждого предмета было отобрано по 5 изображений, позволяющих сформировать целостное представление о значимых свойствах объектов, относящихся к той же семантической категории.

Графические характеристики стимулов были стандартизованы с помощью методов визуальной унификации (устранение графического шума, отцентровка объектов, приведение изображения к размеру 400 × 400 px1, усреднение стимулов по шкале свечения). На основе отобранных изображений были созданы дистракторы (графические стимулы, обладающие схожими визуальными характеристиками, но не несущие семантической нагрузки), составленные с помощью наложения 4 повернутых (на 0°, 90°, 180° и 270°) полупрозрачных изображений с размытием по Гаусу (5,5). Все изображения были апробированы на группе носителей русского языка (N = 352), что позволило подтвердить наличие значимых различий в оцен-

ках узнаваемости известных, малоизвестных объектов и дистракторов (все  $p < 0,001$ ).

Соответствие новых слов изображениям стимульных объектов было уникальным для каждого из участников и определялось с помощью процедуры псевдорандомизации. Для семантизации слов с помощью отобранных изображений были составлены *наборы* вопросительных *предложений*. Для каждого из объектов было разработано по 5 предложений, структура которых была стандартизованной и зависела от стратегии речевого научения. При предъявлении стимулов в условиях явного кодирования использовалась конструкция из двух предложений. В первом предложении стимульное слово в именительном падеже предъявлялось в финальной позиции после указывающей лексемы (например, «*Это няч*»). Во втором предложении содержался вопрос, касающийся одной из визуальных характеристик объекта (например, «*Металлический ли он?*»). При использовании стратегии быстрого картирования вопрос состоял из одного предложения, последним членом которого являлось целевое слово (например, «*Металлический ли няч?*»). Все вопросы были сформулированы таким образом, что ответ предполагал выбор одного из двух вариантов: «Да» или «Нет» (ответы каждого типа были корректными в половине случаев). Стимульные слова и предложения были записаны в виде звуковых дорожек с помощью инструмента Yandex.SpeechKit для аудиального предъявления в ходе эксперимента.

**Процедура исследования.** Схема реализации экспериментального плана исследования представлена на рис. 1. Каждый участник знакомился с новыми словами в двух *обучающих средах* – в условиях ВР и в традиционной форме (работая за монитором компьютера). В обеих средах изображения объектов предъявлялись респонденту в течение 3 секунд, после чего у него была возможность ответить на вопрос о визуальной характеристике стимула в течение 5 секунд. При этом изображения стимульных объектов и карточки с вариантами ответа («Да» или «Нет») на вопросы об их визуальных характеристиках предъявлялись участнику виртуальным учителем – девушкой, образ которой при работе за монитором компьютера был двухмерным, а в среде ВР являлся трехмерным и анимированным. Чтобы обеспечить сопоставимый уровень когнитивной нагрузки участников при обучении посредством двух стратегий речевого научения оба условия предполагали демонстрацию двух изображений – целевого и нецелевого стимула, а также аудиального вопроса об их содержании. При этом в случае явного кодирования изображение объекта предъявлялось в паре с дистрактором, что позволяло участнику однозначно идентифицировать целевой стимул. При использовании стратегии быстрого картирования респонденту предлагались изображения двух объектов, один из которых был ему ранее знаком, а второй являлся новым. Такое условие актуализировало у участника необходимость принятия контекстуального решения о том, какой из стимулов является целевым, что соответствует логике имплицитного научения (Mody, Carey, 2016; Halberda, 2006). В обоих условиях изображения объектов предъявлялись респонденту симультанно с аудиозаписями стимульных вопросов.

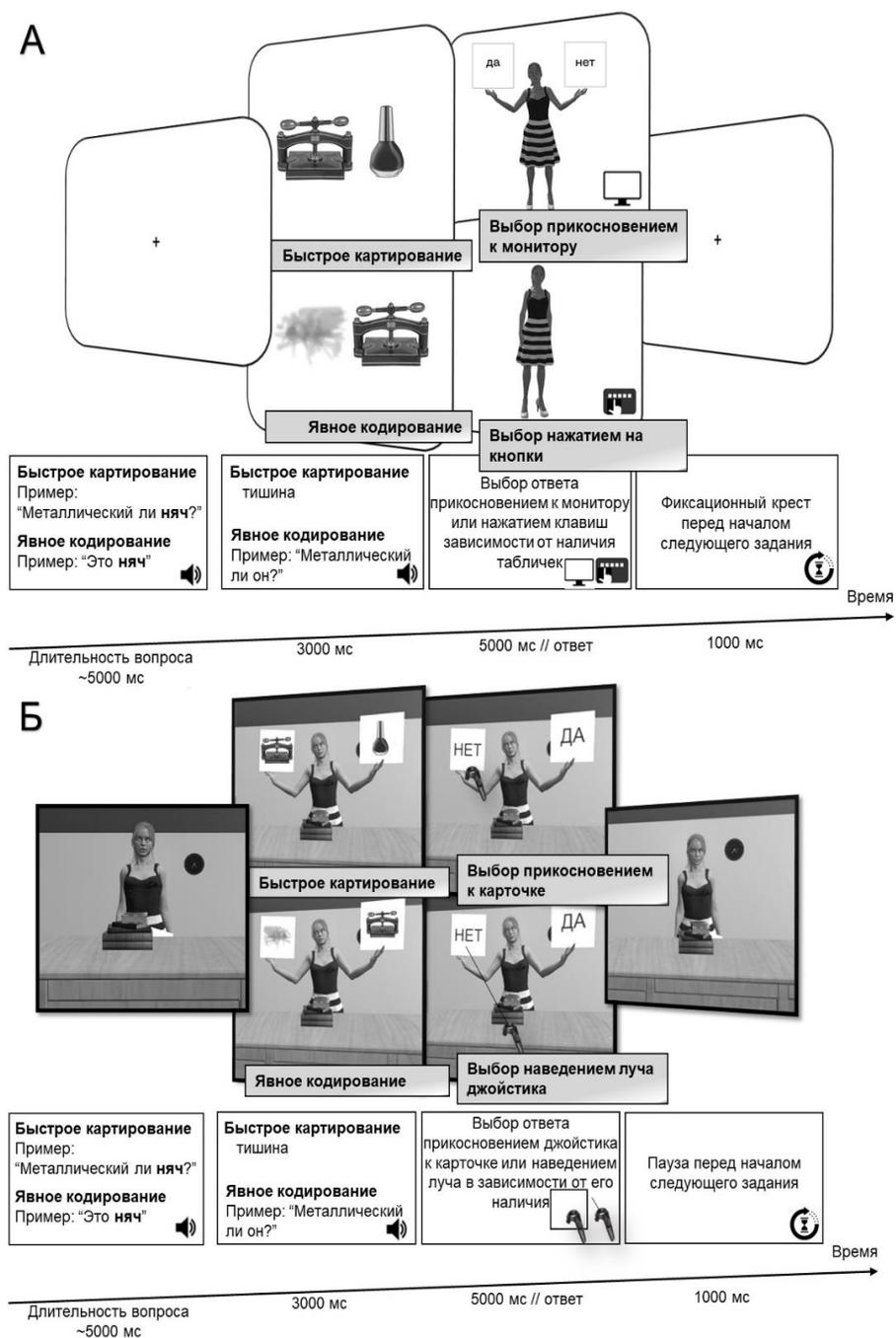


Рис. 1. Последовательность вывода стимулов в эксперименте на мониторе компьютера (А) и в виртуальной реальности (Б). Визуальный ряд предъявлялся испытуемым в цветном формате

Последним параметром, определяющим процедуру речевого научения, стал *способ ответа* на вопросы о визуальных характеристиках объектов. В обеих обучающих средах при усвоении половины слов для выбора релевантного ответа участнику было необходимо совершить низкоамплитудное движение указательным пальцем левой руки, а при усвоении второй половины – высокоамплитудное движение всей рукой. В условиях VR эти движения были представлены нажатием на курок джойстика при наведении луча и касанием таблички с релевантным ответом рукой с джойстиком (при этом руку было необходимо вытянуть вперед, так как таблички представлялись виртуальным агентом, находящимся на расстоянии коммуникативной дистанции от участника) соответственно. При работе за монитором компьютера выбор реализовывался либо посредством нажатия необходимой кнопки на специальной клавиатуре (Cedrus Response Pad RB-740), либо с помощью касания таблички с ответом непосредственно на сенсорном экране монитора. Все движения выполнялись участником левой рукой. Последовательность обучения в двух средах варьировала между респондентами с помощью процедуры контрбалансировки. Для разработки экспериментальной парадигмы исследования были использованы программные среды Presentation (Neurobehavioral Systems, Inc.) и Unity (Unity Technologies). Обучающая серия с использованием VR-технологии была выполнена при использовании системы VIVE Pro Full Kit, обучение на мониторе компьютера проходило в звукоизолированной экспериментальной камере с неярким освещением.

Для проверки эффективности усвоения новых слов использовалось задание *узнавания*, в котором респонденту на слух предъявлялись слова, половина из которых содержалась в обучающей серии, а половина – не содержалась. Задача участника заключалась в том, чтобы с помощью кнопок «Да» и «Нет» ответить на вопрос о том, встречался ли ему каждый из стимулов ранее в ходе эксперимента.

**Выборка.** В эксперименте приняли участие 16 респондентов в возрасте от 18 до 32 лет (средний возраст 20,3,  $SD = 4,2$ ; 13 женщин). Участники исследования были в случайном порядке распределены в две группы: в первом случае респонденты сначала проходили сессию обучения новым словам в VR, а сразу после – при работе за монитором компьютера, во втором случае последовательность изучения была обратной. Все участники исследования были носителями русского языка, с нормальным или скорректированным до нормального зрением и правой ведущей рукой, согласно результатам Эдинбургского опросника (Oldfield, 1971). Респонденты имели высшее или незаконченное высшее образование, 9 респондентов отметили, что не имели опыта работы с виртуальной реальностью до участия в эксперименте, 6 человек сталкивались с технологией VR один раз в жизни. Все участники ознакомились и подписали информированное согласие на участие в исследовании до начала экспериментальной сессии. Протокол исследования был одобрен этическим комитетом Санкт-Петербургского государственного университета.

**Статистический анализ** полученных данных выполнялся с использованием программного обеспечения IBM SPSS Statistics v.26.0 (IBM Inc.). Для оценки эффективности усвоения новых слов были проанализированы следующие параметры ответов респондентов: правильность и время реакции. Целью статистического анализа была как оценка основных эффектов среды обучения, стратегии речевого научения и способов ответа, так и оценка взаимодействия данных факторов.

В анализ времени реакции были включены только правильные ответы, скорость которых не превышала два стандартных отклонения от среднего значения. Поскольку требование к нормальности распределения было соблюдено не для всех подгрупп статистического анализа, а также было обнаружено неравенство наблюдений по условиям, связанное с исключением неверных ответов респондентов, время реакции анализировалось с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (*W*-test) для связанных выборок. Для анализа успешности усвоения новых слов правильность ответов усреднялась по каждому условию. Непараметрический критерий Манна–Уитни (*U*-test) был использован для сравнения эффективности усвоения новых слов на лексическом уровне с распределением, отвечающим ситуации случайного угадывания. Результаты эксперимента были проанализированы с использованием ANOVA с повторными измерениями (Three-Way Repeated Measures ANOVA) для оценки взаимодействия факторов среды обучения, стратегии речевого научения и способов ответа, а также основных эффектов. Сравнения между условиями проводились с использованием критерия Стьюдента (*t*-test).

### Результаты исследования

Полученные результаты позволяют заключить, что разработанная экспериментальная процедура оказалась эффективной для проведения обучения новым словам как в среде ВР, так и при работе респондентов за монитором компьютера: в обоих случаях правильность ответов в последующем проверочном задании превышала уровень случайного угадывания (ВР –  $U = 510$ ;  $Z = -2,346$ ;  $p = 0,019$ ; монитор компьютера –  $U = 349,5$ ;  $Z = -3,640$ ;  $p < 0,001$ ). Участники эксперимента верно узнали 55% новых слов, изученных в ВР, и 61% слов, предъявленных традиционным способом на мониторе компьютера ( $t(15) = -1,036$ ;  $p = 0,316$ ).

Результаты ANOVA при сравнении показателей правильности ответов не обнаружили основного эффекта среды обучения ( $F(1, 15) = 2,854$ ;  $p = 0,112$ ;  $\eta^2 = 0,160$ ), стратегии речевого научения ( $F(1, 15) = 0,025$ ;  $p = 0,876$ ;  $\eta^2 = 0,002$ ) и способов ответа ( $F(1, 15) = 0,742$ ;  $p = 0,403$ ;  $\eta^2 = 0,047$ ), однако было выявлено значимое влияние взаимодействия факторов среды обучения, стратегии речевого научения и способа ответа ( $F(1, 15) = 7,755$ ;  $p = 0,014$ ;  $\eta^2 = 0,341$ ; рис. 2). Слова, изученные при выполнении высокоамплитудных движений всей рукой, значительно лучше узнавались участниками при их усвоении посредством быстрого картирования, в то время как для слов, изученных

при совершении низкоамплитудных движений пальцем, было характерно лучшее узнавание после использования стратегии явного кодирования при работе за монитором компьютера ( $F(1, 15) = 7,941; p = 0,013; \eta^2 = 0,346$ ), но не в ВР ( $F(1, 15) = 1,206; p = 0,289; \eta^2 = 0,074$ ).

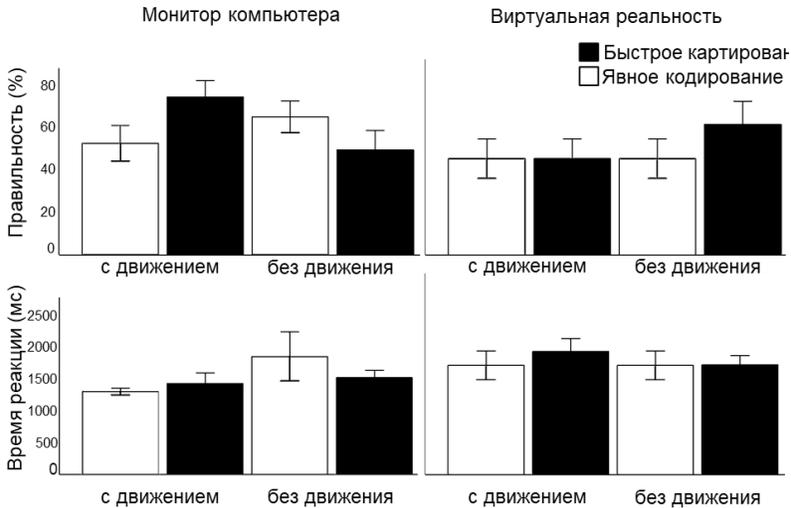


Рис. 2. Правильность ответов и время реакции участников при узнавании новых слов, изученных с использованием стратегий быстрого картирования и явного кодирования, с движением рукой и без него в обучающей среде виртуальной реальности и при работе за монитором компьютера

Также анализ времени реакции показал, что слова, изученные участниками с использованием стратегии явного кодирования при выполнении низкоамплитудного движения пальцем, узнавались быстрее после их усвоения в условия ВР, чем при работе респондентов за монитором компьютера ( $W = 21; Z = -2,201; p = 0,028$ ; см. рис. 2). На графике отражены правильность ответов (в процентах) и время реакции (в миллисекундах), а также ошибка среднего

## Обсуждение

В настоящем исследовании была изучена роль стратегий речевого научения в усвоении новых слов в условиях ВР и при работе за монитором компьютера. При обучении в обеих средах участники показали успешное овладение новыми словами, на что указывает факт их последующего распознавания на уровне, превышающем случайный. При этом показатели правильности ответов респондентов значимо не различались при усвоении ими новых слов в разных средах. Полученные данные не в полной мере согласуются с результатами, описанными другими исследователями (Ковалев и др., 2019; Legault et al., 2019), согласно которым ВР способствует изучению большего количества слов в сравнении с обучением при работе

за монитором компьютера. Эти рассогласования могут объясняться используемой нами строго контролируемой процедурой эксперимента, сбалансированной по целому ряду параметров: наличию виртуального агента, использованию различных элементов движения, а также эквивалентностью процедуры обучения в разных средах по данным параметрам. Отсутствие различий в эффективности усвоения новых слов с помощью стратегий быстрого картирования и явного кодирования свидетельствует об их одинаковой эффективности у взрослых испытуемых и согласуется с последними исследованиями по проблеме (Shtyrov et al., 2021). Можно предположить, что данный результат также был достигнут за счет сбалансированности экспериментальной парадигмы.

Наше предположение о влиянии на эффективность усвоения новых слов таких факторов, как стратегия речевого научения, способ двигательного ответа и среда обучения, подтвердилось частично. Мы обнаружили значимое взаимодействие факторов стратегии научения и движений для традиционного способа научения, но не для обучения в ВР-среде. В условиях изучения слов при работе за монитором компьютера движения рукой были связаны с лучшим узнаванием респондентами слов, изученных с помощью стратегии быстрого картирования, в то время как движения пальцем – с узнаванием слов с использованием явного кодирования. Тот факт, что высокоамплитудные движения рукой способствуют большей эффективности быстрого картирования, может быть объяснен в рамках концепта «статуса гипотез» (Merhav, Karni, Gilboa, 2014; Trueswell, Medina, Hafri, Gleitman, 2013; Medina, Snedeker, Trueswell, Gleitman, 2011). Авторы полагают, что в результате данной стратегии научения соответствие наименования объекта и его визуального образа некоторое время находится в «статусе гипотезы». В случае экспериментальной процедуры, при которой происходит одновременное усвоение респондентом нескольких понятий, относящихся к общей категории (предметы деятельности), у него может формироваться несколько гипотез о связи аудиально предъявленной словоформы и визуальных образов объектов. Выводом из этого предположения является то, что (1) решение дополнительной задачи, связанной с движением руки, может «перегружать» когнитивную систему и уменьшать количество гипотез, что улучшает запоминание, или (2) движение руки закрепляет выдвинутую гипотезу, помогая отвергать нерелевантные на уровне воплощенного познания альтернативы. В свою очередь, явное кодирование требует большей актуализации таких свойств внимания, как концентрация, устойчивость и распределение, и дополнительная задача по движению руки может создавать отвлекающий эффект. Наличие вышеописанного результата при изучении слов традиционными образовательными средствами и его отсутствие в ВР может быть связано с отвлечением внимания, вызванным адаптацией учащегося к использованию технологии ВР (Vazquez et al., 2018; Ebert et al., 2016). Традиционные методы лучше знакомы учащимся, что делает процесс обучения естественным и привычным (Ebert et al., 2016), в то время как с технологиями ВР человек может впер-

вые столкнуться в условиях эксперимента, что приводит к возникновению эффекта новизны (Legault et al., 2019; Vazquez et al., 2018). В нашем эксперименте подавляющее большинство респондентов (15 человек из 16) не имели опыта взаимодействия с VR или имели такой опыт однократно.

Слова, изученные при использовании стратегии явного кодирования и совершении низкоамплитудных движений, значительно быстрее узнавались респондентами при их усвоении в VR по сравнению с традиционной средой обучения. Данный эффект может объясняться цифровизацией общества и, как следствие, большей интуитивной понятностью использования луча джойстика для выбора ответа при взаимодействии с VR (в сравнении с нажатием на кнопки при работе за монитором компьютера). Таким образом, полученные результаты демонстрируют возможные преимущества использования VR для эксплицитного научения новым словам.

### **Заключение**

Теоретический анализ литературы продемонстрировал перспективность использования VR-технологий при изучении языка, а также позволил сделать вывод о недостаточном количестве психологических исследований в данной области. Пилотажное экспериментальное исследование эффективности семантического усвоения новых слов с применением стратегий быстрого картирования и явного кодирования в условиях различных образовательных сред показало совместное влияние стратегии речевого научения и выполнения движений на успешность усвоения новых слов в случае обучения в традиционном формате, но не в VR-среде. Высокоамплитудное движение руки способствовало лучшему узнаванию слов, изученных с использованием стратегии быстрого картирования, в то время как отсутствие такого движения повышало эффективность узнавания слов, усвоенных посредством явного кодирования.

Перспективы будущих исследований связаны с уточнением роли моторных компонентов, отвечающих за движения руки, в успешности использования двух стратегий речевого научения на более широкой выборке с включением психофизиологических методов исследования, а также при учете индивидуальных характеристик респондентов.

### **Литература**

- Зинченко, Ю. П., Меньшикова, Г. Я., Баяковский, Ю. М., Черноризов, А. М., Войскунский, А. Е. (2010). Технологии виртуальной реальности: методологические аспекты, достижения и перспективы. *Национальный психологический журнал*, 1(3), 54–62.
- Ковалев, А. И., Роголева, Ю. А., Егоров, С. Ю. (2019). Сравнение эффективности применения технологий виртуальной реальности с традиционными образовательными средствами. *Вестник Московского университета. Сер. 14: Психология*, 4, 44–58. doi: 10.11621/vsp.2019.04.44
- Ляшевская, О. Н., Шаров, С. А. (2009). *Частотный словарь современного русского языка: на материалах Национального корпуса русского языка*. М.: Азбуковник.

*Ссылки на зарубежные источники см. в разделе References после англоязычного блока.*

*Поступила в редакцию 30.10.2021 г.; повторно 17.06.2022 г.;  
принята 11.07.2022 г.*

**Перикова Екатерина Игоревна** – старший научный сотрудник лаборатории поведенческой нейродинамики Санкт-Петербургского государственного университета, кандидат психологических наук.

E-mail: e.perikova@spbu.ru

**Блинова Екатерина Николаевна** – аспирант, инженер-исследователь лаборатории поведенческой нейродинамики Санкт-Петербургского государственного университета.

E-mail: blinova\_e.n@mail.ru

**Андриющенко Екатерина Александровна** – магистрант, инженер-исследователь лаборатории поведенческой нейродинамики Санкт-Петербургского государственного университета.

E-mail: kateand625@gmail.com

**For citation:** Perikova, E. I., Blinova, E. N., Andriushchenko, E. A. (2022). The Influence of the Learning Environment on Fast Mapping and Explicit Encoding of New Vocabulary: Results of a Pilot Study. *Sibirskiy Psikhologicheskiy Zhurnal – Siberian journal of psychology*, 85, 174–189. In Russian. English Summary. doi: 10.17223/17267080/85/9

## **The Influence of the Learning Environment on Fast Mapping and Explicit Encoding of New Vocabulary: Results of a Pilot Study<sup>1</sup>**

**E.I. Perikova<sup>1</sup>, E.N. Blinova<sup>1</sup>, E.A. Andriushchenko<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Saint Petersburg State University, 7/9 Universitetskaya Emb., St. Petersburg 199034, Russian Federation*

### **Abstract**

The availability of virtual reality (VR) tools and the attractiveness of their interactivity for users have influenced the spread of this technology in the field of language educational programs. However, scientific studies of the effectiveness of VR in comparison with traditional methods are few and show conflicting results, which can be explained by the influence of additional factors, such as the learner's motor activity and the speech learning strategies used. In order to clarify the role of these factors, we developed a natural design of learning tasks in VR on a computer monitor, based on the auditory presentation of new words to participants together with their visual referents in the context of interrogative sentences. The controlled variables were speech learning strategies (Fast Mapping/Explicit Encoding) and motor response to the question (high-velocity low amplitude hand movements). 16 respondents learned 8 nouns each in the two learning environments. Learning outcomes were assessed using the recognition task. Accuracy of the answers was analyzed using RM-ANOVA, the reaction time using the Wilcoxon test. The correctness of recognition of new words did not differ significantly after using VR (55%) or a computer monitor (61%). Words learned with high-velocity whole-hand movements were significantly better for participants when they learned through fast mapping, while words learned with low amplitude finger movements were significantly better with explicit encoding while using a computer monitor. Explicit

---

<sup>1</sup> The reported study was funded by Russian Federation President Grant for young scientists No MK-2021.2021.2.

Encoding learned words with small amplitude movements were recognized faster using VR than a computer monitor. The pilot study showed the effectiveness of the semantic assimilation of new words in both learning environments with the combined influence of speech learning strategies and the student's motor activity in this process.

**Keywords:** language; semantic acquisition; learning environment; virtual reality (VR); fast mapping; explicit encoding; embodied cognition; virtual agent

### References

- Alhalabi, W. S. (2016). Virtual reality systems enhance students' achievements in engineering education. *Behaviour and Information Technology*, 35(11), 919–925. doi: 10.1080/0144929X.2016.1212931
- Byram, M., Feng, A. (2004). Culture and language learning: Teaching, research and scholarship. *Language Teaching*, 37(3), 149–168. doi: 0.1017/S0261444804002289
- Carey, S., & Bartlett, E. (1978). Acquiring a single new word. *Papers and Reports on Child Language Development*, 15, 17–29.
- Cooper, E., Greve, A., & Henson, R. N. (2019). Investigating fast mapping task components: No evidence for the role of semantic referent nor semantic inference in healthy adults. *Frontiers in Psychology*, 10, 394. doi: 10.3389/fpsyg.2019.00394
- Ebert, D., Gupta, S., & Makedon, F. (2016, June). Ogma: A Virtual Reality Language Acquisition System. *PETRA '16: Proceedings of the 9th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, New York, United States, 66, 1–5. doi: 10.1145/2910674.2910681
- Goldin-Meadow, S., & Beilock, S. L. (2010). Action's influence on thought: The case of gesture. *Perspectives on Psychological Science*, 5(6), 664–674. doi: 10.1177/1745691610388764
- Goldin-Meadow, S., & Wagner, S. M. (2005). How our hands help us learn. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(5), 234–241. doi: 10.1016/j.tics.2005.03.006
- Halberda, J. (2006). Is this a dax which I see before me? Use of the logical argument disjunctive syllogism supports word-learning in children and adults. *Cognitive Psychology*, 53(4), 310–344. doi: 10.1016/j.cogpsych.2006.04.003
- Hung, I. C., Lin, L. I., Fang, W. C., & Chen, N. S. (2014). Learning with the body: An embodiment-based learning strategy enhances performance of comprehending fundamental optics. *Interacting with Computers*, 26(4), 360–371. doi: 10.1093/iwc/iwu011
- Johnson-Glenberg, M. C., & Megowan-Romanowicz, C. (2017). Embodied science and mixed reality: How gesture and motion capture affect physics education. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 2(1), 1–28. doi: 10.1186/s41235-017-0060-9
- Kovalev, A. I., Rogoleva, Yu. A., & Egorov, S. Yu. (2019). Sravnenie effektivnosti primeneniya tekhnologiy virtual'noy real'nosti s traditsionnymi obrazovatel'nymi sredstvami [Comparison of the effectiveness of the use of virtual reality technologies with traditional educational tools]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 14: Psikhologiya*, 4, 44–58. doi: 10.11621/vsp.2019.04.44
- Lan, Y. J., Fang, S. Y., Legault, J., & Li, P. (2015). Second language acquisition of Mandarin Chinese vocabulary: Context of learning effects. *Educational Technology Research and Development*, 63(5), 671–690. doi: 10.1007/s11423-015-9380-y
- Legault, J., Zhao, J., Chi, Y.-A., Chen, W., Klippel, A., & Li, P. (2019, February) Immersive Virtual Reality as an Effective Tool for Second Language Vocabulary Learning. *Languages*, 4(1), 13. doi: 10.3390/languages4010013
- Lin, T. J., & Lan, Y. J. (2015). Language Learning in Virtual Reality Environments: Past, Present, and Future. *Educational Technology & Society*, 18(4), 486–497.
- Linck, J. A., Kroll, J. F., & Sunderman, G. (2009). Losing access to the native language while immersed in a second language: Evidence for the role of inhibition in second-language learning. *Psychological Science*, 20(12), 1507–1515. doi: 10.1111/j.1467-9280.2009.02480.x

- Lv, Z., Li, X., & Li, W. (2017). Virtual reality geographical interactive scene semantics research for immersive geography learning. *Neurocomputing*, 254, 71–78. doi: 10.1016/j.neucom.2016.07.078
- Lyashevskaya, O. N., & Sharov, S. A. (2009). *Chastotnyy slovar' sovremennogo russkogo yazyka: na materialakh Natsional'nogo korpusa russkogo yazyka* [Frequency Dictionary of the Modern Russian Language: Based on the Materials of the National Corpus of the Russian Language]. Moscow: Azbukovnik.
- Mody, S., & Carey, S. (2016). The emergence of reasoning by the disjunctive syllogism in early childhood. *Cognition*, 154, 40–48. doi: 10.1016/j.cognition.2016.05.012
- Medina, T. N., Snedeker, J., Trueswell, J. C., & Gleitman, L. R. (2011) How words can and cannot be learned by observation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(22), 9014–9019. doi: 10.1073/pnas.1105040108
- Merhav, M., Karni, A., Gilboa, A. (2014). Neocortical catastrophic interference in healthy and amnesic adults: a paradoxical matter of time. *Hippocampus*, 24(12), 1653–1662. doi: 10.1002/hipo.22353
- Müns, A., Meixensberger, J., Lindner, D. (2014). Evaluation of a novel phantom-based neurosurgical training system. *Surgical Neurology International*, 5, 173. doi: 10.4103/2152-7806.146346
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97–113. doi: 10.1016/0028-3932(71)90067-4
- Parmaxi, A. (2020). Virtual reality in language learning: a systematic review and implications for research and practice. *Interactive Learning Environments*, 1–13. doi: 10.1080/10494820.2020.1765392
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778. doi: 10.1016/j.compedu.2019.103778
- Repetto, C., Colombo, B., & Riva, G. (2015). Is motor simulation involved during foreign language learning? A virtual reality experiment. *Sage Open*, 5(4), 2158244015609964. doi: 10.1177/2158244015609964
- Riva, G., Wiederhold, B. K., & Mantovani, F. (2019). Neuroscience of virtual reality: from virtual exposure to embodied medicine. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(1), 82–96. doi: 10.1089/cyber.2017.29099.gri
- Shtyrov, Y., Filippova, M., Blagovechchenski, E., Kirsanov, A., Nikiforova, E., & Shcherbakova, O. (2021). Electrophysiological evidence of dissociation between explicit encoding and fast mapping of novel spoken words. *Frontiers in Psychology*, 12, 571673. doi: 10.3389/fpsyg.2021.571673
- Shtyrov, Y., Filippova, M., Perikova, E., Kirsanov, A., Shcherbakova, O., & Blagovechchenski, E. (2022). Explicit encoding vs. fast mapping of novel spoken words: Electrophysiological and behavioural evidence of diverging mechanisms. *Neuropsychologia*, 108268. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2022.108268
- Shtyrov, Y., Kirsanov, A., & Shcherbakova, O. (2019). Explicitly slow, implicitly fast, or the other way around? Brain mechanisms for word acquisition. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13, 116. doi: 10.3389/fnhum.2019.00116
- Sinatra, A. M., Pollard, K. A., Files, B. T., Oiknine, A. H., Ericson, M., & Khooshabeh, P. (2021). Social fidelity in virtual agents: Impacts on presence and learning. *Computers in Human Behavior*, 114, 106562. doi: 10.1016/j.chb.2020.106562
- Terehoff, I. (2000). Learning by living the language: The benefits of foreign exchange programs. *National Association of Secondary School Principals. NASSP Bulletin*, 84(612), 83. doi: 10.1177/019263650008461214
- Trueswell, J. C., Medina, T. N., Hafri, A., & Gleitman, L. R. (2013) Propose but verify: Fast mapping meets cross-situational word learning. *Cognitive Psychology*, 66(1), 126–156. doi: 10.1016/j.cogpsych.2012.10.001

- Vázquez, C., Xia, L., Aikawa, T., & Maes, P. (2018, July). Words in motion: Kinesthetic language learning in virtual reality. In *2018 IEEE 18th International Conference on advanced learning technologies (ICALT)* (pp. 272–276). doi: 10.1109/ICALT.2018.00069
- Warren, D. E., & Duff, M. C. (2014). Not so fast: Hippocampal amnesia slows word learning despite successful fast mapping. *Hippocampus*, 24(8), 920–933. doi: 10.1002/hipo.22279
- Zinchenko, Yu. P., Menshikova, G. Ya., Bayakovskiy, Yu. M., Chernorizov, A. M., & Voyskunskiy, A. E. (2010). Tekhnologii virtual'noy real'nosti: metodologicheskie aspekty, dostizheniya i perspektivy [Virtual Reality Technologies: Methodological Aspects, Achievements and Prospects]. *Natsional'nyy psikhologicheskiy zhurnal – National Psychological Journal*, 1(3), 54–62.

*Received 30.10.2021; Revised 17.06.2022;*

*Accepted 11.07.2022*

**Ekaterina I. Perikova** – Senior Researcher of the Laboratory of Behavioural Neurodynamics, Saint Petersburg State University, Cand. Sc. (Psychol.).

E-mail: e.perikova@spbu.ru

**Ekaterina N. Blinova** – Postgraduate Student, Junior Researcher of the Laboratory of Behavioural Neurodynamics, Saint Petersburg State University.

E-mail: blinova\_e.n@mail.ru

**Ekaterina A. Andriushchenko** – Postgraduate Student, Junior Researcher of the Laboratory of Behavioural Neurodynamics, Saint Petersburg State University.

E-mail: kateand625@gmail.com