

DOI: 10.12731/2658-4034-2025-16-5-839

EDN: VRDVVG

УДК 159.99



Научная статья |

Педагогическая психология, психодиагностика цифровых образовательных сред

РОЛЬ ЗЕРКАЛЬНЫХ НЕЙРОНОВ В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКАМ В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ СКВОЗНЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАНИИ

Е.С. Ражева, Д.С. Ражева

Аннотация

Обоснование. Современные исследования в области нейропедагогики и цифровой дидактики демонстрируют возрастающий интерес к роли нейронных механизмов в процессе обучения. Однако влияние зеркальных нейронов на формирование фонетических и лексических навыков при изучении иностранного языка освещено недостаточно. Настоящее исследование восполняет данный пробел и отвечает задачам развития сквозных цифровых технологий в образовании, включая внедрение VR/AR и систем искусственного интеллекта, использующих визуальные подсказки.

Цель. Статья направлена на выявление влияния теории зеркальных нейронов на процесс обучения иностранному языку, а именно на то, как зрительные и моторные сигналы (движения лица преподавателя) влияют на правильность произношения и усвоение лексики.

Процедура и методы. Исследование проведено среди студентов бакалавриата, обучающихся по курсу ESP. Для оценки эффективности зрительного контакта были сформированы три группы: одна имела возможность видеть артикуляцию преподавателя, вторая слушала только аудио, а третья наблюдала преподавателя, лицо которого было частично закрыто. Проверка усвоения слов проводилась на этапе их введения и в течение трех последующих недель, что позволило выявить долгосрочный эффект визуальной поддержки. Результаты анализировались как с точки зрения корректности ударения, так и общего качества произношения.

Результаты. Эксперимент показал, что группа, видевшая лицо преподавателя, демонстрировала наилучшую динамику: в среднем 95% правильно произносимых слов к концу первой недели и 100% к третьей. В группах с аудио- или частично закрытым лицом этот показатель не превышал 78%. Данный эффект объясняется активацией зеркальных нейронов при наблюдении артикуляции, что упрощает имитацию и закрепляет правильные речевые паттерны.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретически работа уточняет роль зеркальных нейронов в процессе освоения фонетики и просодии иностранного языка, подтверждая гипотезу о важности зрительного канала. Практически полученные данные могут использоваться при разработке курсов ESP и других программ обучения иностранным языкам, ориентированных на активное применение визуальных подсказок, внедрение систем искусственного интеллекта и технологий виртуальной реальности для создания более реалистичных и результативных обучающих сред.

Ключевые слова: зеркальные нейроны; обучение иностранному языку; английский для специальных целей; сквозные технологии; искусственный интеллект; нейронаука; образование

Для цитирования. Ражева, Е. С., & Ражева, Д. С. (2025). Роль зеркальных нейронов в обучении иностранным языкам в контексте развития сквозных цифровых технологий в образовании. *Russian Journal of Education and Psychology*, 16(5), 456–477. <https://doi.org/10.12731/2658-4034-2025-16-5-839>

Original article |

Pedagogical Psychology, Psychodiagnostics of Digital Educational Environments

THE ROLE OF MIRROR NEURONS IN TEACHING FOREIGN LANGUAGES IN THE CONTEXT OF THE DEVELOPMENT OF END-TO-END DIGITAL TECHNOLOGIES IN EDUCATION

E.S. Razheva, D.S. Razheva

Abstract

Background. Recent research in the fields of neuroeducation and digital didactics has demonstrated a growing interest in the role of neural mecha-

nisms in the learning process. However, the influence of mirror neurons on the development of phonetic and lexical skills in foreign language acquisition has not been sufficiently explored. The present study addresses this gap and corresponds to the current objectives of developing cross-cutting digital technologies in education, including the integration of VR/AR tools and artificial intelligence systems that utilize visual cues.

Purpose This article aims to identify how the theory of mirror neurons influences foreign language learning, focusing on how visual and motor cues (in particular, the lecturer's facial movements) affect pronunciation accuracy and vocabulary acquisition.

Procedure and methods. The study was conducted among undergraduate students enrolled in an ESP course. Three groups were formed to assess the effectiveness of visual contact: one had the opportunity to see the lecturer's articulation, the second relied solely on audio input, while the third observed the lecturer whose face was partly covered. Retention of words was tested at the introduction stage and throughout the following three weeks, enabling a long-term assessment of the effects of visual reinforcement. The findings were evaluated in terms of correct stress placement and overall pronunciation quality.

Results. The experiment revealed that the group observing the lecturer's face exhibited the most significant progress: on average, they achieved 95% accurately pronounced words by the end of the first week and reached 100% by the third. In comparison, the audio-only and partially concealed-face groups did not exceed 78%. This effect is attributed to the activation of mirror neurons when observing articulation, which facilitates imitation and reinforces proper speech patterns.

Theoretical and practical significance. From a theoretical perspective, this work refines the understanding of the role of mirror neurons in mastering the phonetics and prosody of a foreign language, supporting the importance of the visual channel. Practically, the findings can inform the design of ESP courses and other language training programs that incorporate active use of visual cues, the application of artificial intelligence, and virtual reality technologies to create more realistic and effective learning environments.

Keywords: mirror neurons; foreign language teaching; English for special purposes; end-to-end technologies; artificial intelligence; neuroscience; education

For citation. Razheva, E. S., Razheva, D. S. (2025). The role of mirror neurons in teaching foreign languages in the context of the development of end-to-end digital technologies in education. *Russian Journal of Education and Psychology*, 16(5), 456–477. <https://doi.org/10.12731/2658-4034-2025-16-5-839>

Введение

В последнее время много вопросов обсуждается на стыке нескольких научных направлений. Взаимосвязь нейронауки и образования продемонстрировала значительный потенциал в понимании процессов изучения языка и разработке новых методов преподавания [1; 2]. Для выживания человеку необходимо понимание действий других людей. Более того, без понимания действий другого представителя своего вида невозможна социальная организация. В случае с людьми есть еще одна способность, основанная на наблюдении за действиями других, – это обучение [3]. Подражание лежит в основе человеческой культуры, и одним из физиологических механизмов обучения является концепция зеркальных нейронов [4].

Зеркальные нейроны представляют собой особую группу сенсомоторных нейронов, которые активируются не только при выполнении конкретных действий, но и при наблюдении за аналогичными движениями, выполняемыми другими существами, включая человека [5], [6]. У обезьян зеркальные нейроны также локализируются в боковых областях премоторной коры, отвечающих за движения рта, в верхней височной извилине, где они активируются при ходьбе, поворотах головы, сгибании тела и движении рук, а также в передней части нижней теменной доли [7]. Ключевая функция зеркальных нейронов — интеграция зрительных и моторных компонентов [8; 9]. Примерно треть всех зеркальных нейронов тесно связана с конкретным действием, в то время как оставшиеся две трети активируются при наблюдении аналогичного действия [10].

Зеркальные нейроны активно реагируют на визуально воспринимаемые действия, что соответствует выполнению подобных моторных актов. Примерно треть всех зеркальных нейронов тесно

связана с конкретным действием, в то время как остальные 2/3 активируются при наблюдении аналогичного действия.

Зеркальные нейроны выполняют две функции: имитацию и понимание действий [11; 12]. Механизм понимания действий другого человека заключается в том, что каждый раз, когда действие визуализируется другим человеком (или даже когда нет визуализации, но достаточно информации для мысленного представления цели), зеркальные нейроны активируются. Таким образом, система зеркальных нейронов преобразует визуальную информацию в знания о действии [13]. Нейрофизиологические и нейрорадиологические исследования человеческого мозга подтверждают, что наблюдение за действиями, выполняемыми другими людьми, приводит к активации моторных областей, даже если отсутствует видимая двигательная активность [14]. Данный феномен привлекает особое внимание в обучении иностранным языкам, поскольку правильное произношение и интонация во многом зависят от способности учащегося подражать преподавателю или носителю языка [15; 16].

Нейрофизиологические (ЭЭГ, МЭГ, транскраниальная магнитная стимуляция) и нейрорадиологические (функциональная магнитно-резонансная томография) исследования человеческого мозга также показывают, что, когда люди наблюдают за действием, выполняемым другим человеком, их моторная кора становится активной при отсутствии какой-либо видимой двигательной активности. Наблюдение за действиями, выполняемыми другими, активирует у людей сложную нейронную сеть, образованную затылочной, височной и теменной зрительными областями и двумя кортикальными областями, функция которых в основном, или преобладающе, моторная. Эти последние две области представляют собой роstralную часть нижней теменной доли и нижнюю часть прецентральной извилины с дорсальной частью нижней лобной извилины. Эти области два ядра зеркально-естественной системы человека. Лобная и теменная «зеркальные» области организованы соматотопически.

В эксперименте Нишитани и Хари (2002) добровольцы наблюдали неподвижное изображение вербальных и невербальных форм

губ (гримас) и имитировали их, как только видели, или делали спонтанно. Во время наблюдения за формой губ активация коры распространилась от затылочной коры до верхней височной области, нижней теменной доли, захватила область Брока (моторный центр речи) и, наконец, первичную моторную кору. Однако при самопроизвольной речи добровольцев и самостоятельном формировании невербальных выражений лица активировались только зона Брокка и первичная моторная кора.

Однако зеркально-нервная система человека обладает важными свойствами, которые не наблюдаются у обезьян. Во-первых, бессмысленные движения, которые не являются частью общего двигательного акта, вызывают активацию системы зеркальных нейронов у людей, тогда как у обезьян они не активируют зеркальные нейроны. Во-вторых, временные характеристики возбудимости коры головного мозга во время наблюдения за действием (последовательность возбудимости) предполагают, что системы зеркальных нейронов человека также кодируют движения, которые формируют действие, а не просто действие, как системы зеркально-нейронных обезьян. Эти свойства зеркально-нервной системы человека должны играть важную роль в определении способности человека имитировать действия других.

Наряду с теоретическими работами, подчеркивающими важность зеркальных нейронов для понимания чужих действий, современные исследования фокусируются на практической интеграции нейрофизиологии в образовательный процесс. Зеркальные нейроны могут объяснять не только точность воспроизведения артикуляции, но и осознанность вербального поведения в целом. К примеру, когда учащийся видит, как преподаватель проговаривает отдельное слово, активируются те же области в премоторной коре, что и у самого носителя языка, произносящего это слово.

При этом обучение может рассматриваться как непрерывный цикл «наблюдение – имитация – коррекция», в котором роль зеркальных нейронов заключается в «переводе» визуальной и аудиальной информации в моторные паттерны. Таким образом, в идеальной ситуации преподаватель или виртуальный помощник предоставляют макси-

мально точные образцы речи, а учащийся повторяет их, активируя зоны, отвечающие за артикуляцию и понимание произносимого. Такой подход создает связку между внешне наблюдаемыми движениями губ и языком, позволяя студентам воспроизводить правильную артикуляцию почти на автоматическом уровне.

Важно отметить, что зеркальные нейроны участвуют в механизмах эмпатии и эмоционального отклика, что может дополнительно усилить мотивацию учащихся. Когда студент видит, с каким выражением лица, с какой интонацией преподаватель произносит слово, он «считывает» не только лингвистическую, но и эмоциональную составляющую высказывания, способствуя более глубокому усвоению языка. Таким образом, сочетание зрительного и аудиального каналов, опосредованное зеркальными нейронами, даёт основание предполагать, что преподаватель, использующий визуальные подсказки, станет для учащегося «эталонном» правильного произношения и верного эмоционального окраса речи.

Подводя итог, можно сказать, что зеркальные нейроны очень важны для образования и особенно для изучения языка. В настоящем исследовании анализируется раскрытие корреляции между знаниями о зеркальных нейронах и изучением языка, и авторы пытаются выбрать наилучшие методы для улучшения изучения языка, основанные на применении знаний о зеркальных нейронах.

Зеркальные нейроны и обучение

Имитационное обучение можно условно разделить на два основных типа усвоенного поведения. Первый связан с заменой моторного шаблона: наблюдатель использует более оптимальный паттерн движений для достижения задачи. Второй касается усвоения последовательности движений, необходимой для достижения определенной цели [17]. Именно при обучении иностранным языкам эти два аспекта могут рассматриваться как воспроизведение звуков/интонаций (замена моторного шаблона произношения) и построение сложных речевых конструкций (последовательность движений органов речи и языковых единиц) [18].

Анатомические и функциональные основы создания нового двигательного шаблона через наблюдение были исследованы Буччино и коллегами с использованием метода функциональной магнитно-резонансной томографии (ФМРТ). Результаты показали, что зоны, отвечающие за формирование новых двигательных паттернов, совпадают с областями, содержащими зеркальные нейроны. Данные свидетельствуют о том, что наблюдаемые действия анализируются и «разбиваются» на базовые моторные компоненты, активирующие соответствующие моторные образы [19]. Эти образы затем рекомбинируются в префронтальной коре, вентральной части премоторной области и *pars opercularis* (нижняя лобная извилина) через зеркальный механизм, что особенно важно при обучении правильному произношению иностранных слов [20]. Как только эти зоны активируются, они рекомбинируются префронтальной корой в соответствии с наблюдаемой моделью. Эта рекомбинация происходит внутри цепи зеркальных нейронов, причем дорсолатеральная префронтальная кора (поле 46 по Бродману) играет фундаментальную роль.

Ряд экспериментов показал, что формируется эхо-система нейронов: при восприятии вербальных стимулов происходит активация, которая связана с центрами, отвечающими за речевые движения.

Существует два возможных объяснения функциональной роли нейронной системы эхо. Возможно, что эта система опосредует только имитацию словесных звуков. Другая возможность заключается в том, что система эхо-нейронов также опосредует восприятие речи, как предположили Либерман и его коллеги. В настоящее время нет экспериментальных данных, подтверждающих ту или иную гипотезу. Однако трудно поверить, что система эхо потеряла какое-либо отношение к своей первоначальной семантической функции.

Пример, описанный в классических исследованиях, связан с тем, как мы едим: человек совершает движения ртом, языком и губами. Наблюдение за этой серией движений демонстрирует действие «есть». Если к этому действию добавляется произнесение звука (например, «ням-ням»), происходит ассоциация семантического значения с данным звуком [21; 22]. Этот механизм может быть экстраполирован

на изучение языковых единиц, когда учащийся наблюдает артикуляцию преподавателя, а затем воспроизводит увиденные движения и услышанные звуки.

Вполне вероятно, что первоначальное понимание слов, связанных с действиями рта, произошло благодаря активации аудиовизуальных зеркальных нейронов, связанных с поведением рта. Однако фундаментальный шаг на пути к овладению речью был достигнут, когда люди, скорее всего, благодаря улучшенным способностям к имитации, смогли генерировать звуки, первоначально сопровождаемые определенным действием, без выполнения какого-либо действия. Эта новая способность должна была привести (и возникла в результате) к приобретению системы слуховых зеркал, разработанной поверх оригинального аудиовизуального средства, но постепенно становящейся независимой от него.

Более конкретно, этот сценарий предполагает, что в случае, рассмотренном выше, премоторная кора постепенно становится способной генерировать звук «ням-ням» без сложных двигательных синергий, необходимых для создания воздействия на пищеварительную систему, и развивает нейроны, которые способны генерировать звук и разряжаться (резонировать) в ответ на этот звук (эхо-нейроны).

Гипотеза экономии речевых средств состоит в том, что во время овладения речью происходит процесс, подобный тому, который в ходе эволюции придал значение звуку. Значение слов основано в первую очередь на старой невербальной семантической системе. Впоследствии, однако, слова становятся понятными даже без массовой активации старой семантической системы.

С практической точки зрения, роль зеркальных нейронов особенно заметна в ситуации, когда студенты обучаются фонетическим и интонационным аспектам языка. Наблюдая за движениями рта и артикуляцией преподавателя, учащиеся невольно «запускают» моторные схемы собственной артикуляции. Важно, что при повторном воспроизведении звука активность в зеркальных зонах мозга возрастает. Подобное можно интерпретировать как процесс «закрепления» правильного произношения через множественные итерации имитации.

Помимо чисто фонетической стороны, зеркальные нейроны способствуют пониманию невербальной коммуникативной информации. Выражение лица, позиция головы, жестикуляция – всё это воспринимается на рефлекторном уровне, и мозг «резонирует» с увиденными действиями, помогая учащимся не только правильно воспроизводить интонацию, но и корректно использовать просодические элементы и даже паузы в речи. Такая тонкая настройка возможна лишь при регулярном визуальном контакте с преподавателем (или виртуальным помощником), который даёт образец поведения.

Особого внимания заслуживает идея, что зеркальные нейроны «включаются» даже тогда, когда действие не наблюдается напрямую, но студент может мысленно реконструировать ситуацию. Таким образом, если учащийся на этапе самопроверки воображает, как преподаватель произносит слово, эффект активации зеркальных зон всё равно присутствует, помогая поддерживать правильную артикуляцию. Это даёт основание для разработки методов «ментального репетирования», применяемых в языковых курсах.

Эксперимент

Это исследование было проведено в рамках десятого модуля курса ESP для студентов бакалавриата факультета информатики и систем управления МГТУ им. Н.Э.Баумана и охватывало общеинженерную лексику на этапе ее представления на занятии. Для правильного усвоения некоторых лексических единиц очень важно правильно произносить слово, избегая его неправильного произношения. Мы считаем эту часть очень важной, потому что, как только учащийся неправильно произносит слово, этот неправильный вариант очень трудно выбросить из его головы.

В начале занятия каждый преподаватель сталкивается с проблемой введения новой лексики. Существуют различные методы для этого, но мы не будем вдаваться в подробности, углубляясь описывая их. Все же есть один момент, который объединяет все эти методы: большинство преподавателей произносят слово сами или дают студентам возможность прослушать произношение слова с помощью электронных устройств. В этом случае мы сомневаемся:

с одной точки зрения, произносить слова преподавателем не очень хорошо, потому что мы не являемся носителями языка, и у нас есть некоторые акценты и так далее. Вот почему электронные устройства могут быть хорошим выбором в этом случае.

Мы рассматриваем возможность проведения исследования на эту тему. Сначала мы взяли 45 студентов того же уровня. Они были разделены на 3 группы по 15 человек.

- **Группа А:** студенты видят лицо преподавателя при введении каждого нового слова.
- **Группа В:** студенты слышат только аудиозапись, не видя преподавателя.
- **Группа С:** преподаватель надевает маску, закрывающую рот, то есть движения артикуляции не видны.

Список лексических единиц (10 слов) включал: *amplification, approximately, capacity, conduct, duration, fulfilment, heating, heat-resistant, treatment, installation*. Главная сложность – постановка ударения и соблюдение правильных артикуляционных движений.

Эксперимент был спроектирован таким образом, чтобы исключить сторонние факторы, влияющие на освоение произношения. Мы стремились к тому, чтобы у студентов был одинаковый уровень владения языком, и чтобы само задание – запомнить произношение и ударение в десяти выбранных словах – не усложнялось дополнительными грамматическими или лексическими конструкциями. Ключевым аспектом являлось сравнение групп, которые различались именно по тому, получают ли они зрительную информацию о движениях губ и мимике преподавателя.

Для усиления объективности эксперимента мы использовали не только субъективную оценку преподавателя, но и программу автоматического распознавания речи, которая фиксировала правильность произношения ключевых слов в процессе их проговаривания студентами. Каждый студент записывал собственное произношение, а программа определяла степень схожести с эталонной записью. Это дало количественную оценку результатов, дополнительно укрепив выводы о важности визуального канала при введении лексики.

Интересно, что в некоторых случаях студенты из групп В и С, показывая средние результаты по группе, могли временно воспроизводить правильное ударение, но к третьей неделе часть студентов возвращалась к ошибочному варианту. Скорее всего, им не хватало зрительной подсказки, чтобы закрепить правильную артикуляцию. Для преподавателей это важный показатель: если не закрепить зрительно-аудиальную форму слова на старте, учащиеся могут «скатиться» к неграмотному варианту произношения.

Результаты

Исследование подчеркнуло важность выбора соотношения нейронауки и образования. С его помощью мы можем лучше понять способ изучения и преподавания иностранных языков. В этом случае зеркальные нейроны играют решающую роль в изучении языка. Овладение словарным запасом невозможно без правильного произношения лексических единиц. Зеркальные нейроны помогают людям быстрее усваивать правильное произношение, потому что это очень важно для хорошего понимания, прослушивания иностранной речи и, конечно же, качественного общения.

Результаты эксперимента оценивались по нескольким критериям. Было 3 способа введения словарного произношения:

1 Преподаватель вводил новые слова для того, чтобы студенты могли видеть движения его рта (лица);

2 Преподаватель включал запись (студенты могли только слушать, но не видеть человека, который произносил);

3 Преподаватель с медицинской маской на лице.

Нам потребовалось 3 недели, чтобы получить результаты. 1-я неделя была неделей после введения новых слов. Вначале последующих занятий на 2-ой и 3-ей неделях студенты должны попытаться произнести слова, которые они выучили на первом занятии.

Результаты приведены в таблице 1.

Результаты показывают, что с точки зрения произношения словарный запас лучше усваивается, когда студенты видят лицо преподавателя (рот), вводящего новые слова, несмотря на то, что существует

мнение, что преподаватели не являются носителями языка и не могут конкурировать с электронными устройствами (записи, озвученные носителями языка).

Таблица 1.

Результаты анализа правильного произнесения лексики

	Процентное соотношение студентов с правильно произносимыми словами (1-я неделя)	Процентное соотношение студентов с правильно произносимыми словами (2-я неделя)	Процентное соотношение студентов с правильно произносимыми словами (3-я неделя)
Преподаватель	95%	97%	100%
Электронное устройство	70%	70%	78%
Преподаватель в медицинской маске	73%	75%	77%

95% учащихся правильно произносят слова после того, как преподаватель однажды представил их надлежащим образом (студенты могут видеть лицо преподавателя). Это очень высокая цифра. В течение следующих недель результаты становятся все лучше и лучше. Если мы говорим о записи, озвученной носителем и преподавателем с маской на лице как о решающей роли во введении новых слов, они сильно отстают по сравнению с преподавателем, который вводит лексику с открытым лицом.

Результаты примерно одинаковы для записей и преподавателя в медицинской маске, независимо от того, представляет ли слова человек или электронное устройство. Конечно, в течение 2-й и 3-й недель наблюдается прогресс, но не такой очевидный, когда преподаватель самостоятельно вводит лексику с открытым лицом. Во втором и третьем случаях студенты вообще не помнят правильного произношения или неправильно произносят слова. Когда преподаватель вводит новые слова, и студенты могут видеть лицо преподавателя, они избегают таких трудностей.

Начальный этап (введение новой лексики с правильным произношением) жизненно важен для изучения языка, и лучше делать это с преподавателем, лицо которого отчетливо видно студентам.

Эксперимент показал, что студенты, которые видят лицо преподавателя (Группа А), достигают лучшего результата в правильном произношении уже через неделю (95%). К третьей неделе этот показатель доходит до 100%. Группы В и С показывают результаты 70–78% к третьей неделе [23]. Таким образом, визуальный контакт с преподавателем играет решающую роль при усвоении новой лексики, особенно если важно точное произношение [24; 25].

Объясняется это тем, что зрительные сигналы (движение рта, мимика) активируют зеркальные нейроны, ответственные за имитацию моторных действий. При аудиальном канале или маске на лице преподавателя данная активация снижается, что отражается на результатах обучения.

Сквозные технологии, обучение иностранному языку и зеркальные нейроны

На сегодняшний день особое внимание уделяется инновационным направлениям. Среди них сквозные технологии. Под сквозными технологиями понимаются технологии, которые могут охватывать несколько научно-технических направлений или отраслей.

В контексте обучения иностранным языкам особое внимание уделяется инновационным направлениям, включающим сквозные технологии. К ним относятся технологии искусственного интеллекта (ИИ), виртуальной реальности (VR) и смешанной реальности (MR).

Искусственный интеллект

Синергия обучения и ИИ предполагает решения, связанные с системами с узким ИИ. Под этим подразумевается то, что технологии используются для одного действия. В качестве примера можно привести таких чат-ботов как Siri и Алиса, которым можно задать любой вопрос и получить ответ на любом языке. В данном примере представлена интеграция в обучение голосовых помощников, чат-ботов с применением ИИ, способных заменить репетиторов. Благодаря этой технологии будет соблюдаться индивидуальная скорость усвоения материала, баланс между теорией и практикой.

Однако хочется отметить, что в результате нашего эксперимента с зеркальными нейронами, необходимо помимо голосовых помощников создавать визуальных помощников, которые просто незаменимы для изучения иностранного языка особенно на начальном этапе. Причем визуальное сходство помощника должно быть чрезвычайно точным с настоящим человеком, повторяя в точности его артикуляцию, мимику, эмоции, отраженные на лице и невербальную составляющую. Студенту или любому учащемуся, пользующимся данной технологией, необходимо видеть «лицо» виртуального репетитора, чтобы сократить путь под названием изучение иностранного языка.

Системы искусственного интеллекта, такие как узкоспециализированные чат-боты или широкие языковые модели, способны выдавать произношение практически на любом языке. Однако реальный прорыв наступает, когда эти системы дополняются визуальными аватарами, имитирующими человеческие движения рта и артикуляцию. Такие «говорящие аватары» или «виртуальные преподаватели» позволяют студентам не только слышать слово, но и видеть его артикуляционную форму [5; 19]. Этот принцип уже реализован в некоторых экспериментальных приложениях для обучения иностранным языкам, однако далеко не все сервисы уделяют достаточное внимание правдоподобной мимике.

Кроме того, ИИ-системы могут адаптироваться к темпу обучения конкретного студента. Анализируя ошибки в произношении, искусственный интеллект постепенно настраивает лексический и фонетический материал, чтобы усилить проработку особенно сложных аспектов речи, одновременно поддерживая зрительную обратную связь [14]. Здесь же важна концепция «биологического правдоподобия» аватара, когда небольшие мимические движения, характерные для носителя языка, точно моделируются в цифровом формате. Всё это, согласно теории зеркальных нейронов, дополнительно стимулирует имитацию и закрепление грамотного произношения.

Применение ИИ позволяет создать чат-ботов, голосовых помощников и интеллектуальные системы, способные адаптироваться к уровню студента. Тем не менее, опыт эксперимента показывает, что

одного аудиоканала может быть недостаточно. Требуется дополнительный визуальный компонент, позволяющий учащемуся наблюдать «лицо» виртуального помощника, который точно имитирует артикуляцию и мимику [19; 20]. Именно это обеспечивает активацию зеркальных нейронов, ведущую к более быстрому освоению правильного произношения.

Виртуальная реальность

Перейдем к виртуальной реальности (virtual reality – VR). Эта технология появилась более полувека назад, которая заключается в том, чтобы создать реалистичные виртуальные миры с полным погружением. Дополнительное оборудование, такое как специальный шлем и гарнитура, дают возможность человеку двигаться по этому миру, видеть и слышать.

Виртуальная реальность делится на несколько типов:

- o классическая;
- o дополненная;
- o смешанная.

В классической виртуальной реальности человек попадает в мир, который создается компьютером. Этот виртуальный мир полностью захватывает человека, помогая ему оказаться в совершенно ином месте, которое никак не связано с реальностью. В дополненной виртуальной реальности поверх реального мира накладываются объекты виртуального характера. Очень ярким примером является популярная японская игра “Pokemon Go”. В этой игре человеку необходимо найти виртуального зверька, который появляется при помощи наведения смартфона на окружающую реальность и смешанная виртуальная реальность – виртуальный мир связан с реальным и включает его в себя. Данная технология может делать объекты реального мира интерактивными.

Технологии виртуальной реальности находят свое применение в образовании. Степень наглядности и увлечения в процесс обучения с их помощью становится более высокой.

Хочется отметить, что для изучения иностранного языка с помощью технологий виртуальной реальности, необходимо для студен-

тов и учащихся видеть лицо виртуального помощника, созданного с аутентичной артикуляцией, мимикой, жестами и эмоциями.

Использование VR предоставляет возможность создания иммерсивной среды, где студент может взаимодействовать с виртуальными персонажами, четко артикулирующими слова и фразы. Данная визуализация существенно повышает вовлеченность и эффективность обучения за счет включения механизма зеркальных нейронов [21-23]. Виртуальная реальность (VR), дополненная реальность (AR) и смешанная реальность (MR) позволяют по-новому выстраивать методику обучения, делая акцент на зрительном канале восприятия.

С точки зрения нейронауки, подобные VR-сценарии активируют не только зеркальные нейроны, но и зоны мозга, отвечающие за ориентацию в пространстве и эмоциональные реакции [9; 22]. Это многократно усиливает эффект обучения, так как студент не только осваивает произношение и лексику, но и «примеряет» на себя социальный контекст и эмоциональную нагрузку. Такие глубокие связи между моторным, сенсорным и эмоциональным компонентами речи могут формировать более прочные нейронные пути для запоминания [17; 20].

Практическое применение и перспективы

Преподавание ESP

Курсы ESP (английский для специальных целей) предъявляют повышенные требования к произношению специализированной терминологии. Неточности в ударении или фонетике могут привести к недопониманию в профессиональной среде. Использование зеркально-нейронного подхода, включающего визуальный контакт с преподавателем или виртуальным помощником, помогает быстрее усвоить терминологию. Особенность ESP в том, что лексические единицы нередко сложны для артикуляции, а значит, студентам особенно важно видеть правильное формирование звуков.

Индивидуализация обучения

Технологии искусственного интеллекта могут адаптировать процесс обучения к темпу и стилю каждого учащегося. К примеру, если система замечает, что студент затрудняется с произношением опре-

делённых звуков, она может предложить дополнительные упражнения, сопровождающиеся детальной визуализацией артикуляции. Так студент целенаправленно активирует зеркальные нейроны именно для сложных моментов. Тот же принцип можно реализовать в VR-среде, где виртуальный преподаватель «видит» (через сенсоры или анализ звука), какие ошибки совершает студент, и корректирует их, демонстрируя нужную артикуляцию.

Медицинские аспекты

В некоторых случаях проблемы с произношением могут быть связаны с неврологическими или логопедическими патологиями. Понимание механизма работы зеркальных нейронов может помочь в реабилитационных программах, когда пациенту необходимо восстановить или улучшить речевые функции. Использование VR и ИИ даёт дополнительный канал для стимуляции моторных областей мозга.

Интернационализация образования

В условиях глобализации многие учебные заведения переходят на смешанные или онлайн-форматы. Здесь особенно важно сохранять визуальный аспект обучения, чтобы студенты не утратили возможность «зеркальной» имитации. Виртуальные классы, оснащённые инструментами для захвата движений и их проецирования, могут стать базовым элементом будущей глобальной системы образования.

Заключение

Результаты исследования показали, что наилучшим способом представления произношения новой лексики должно быть следующее:

1. *Преподаватель с открытым лицом* эффективнее для представления новой лексики, чем электронное устройство или преподаватель в маске.
2. *Студенты* должны видеть рот учителя при освоении новых слов, чтобы задействовать зеркальные нейроны и повысить точность произношения.
3. *Результаты* эксперимента подтверждают важность визуального канала при внедрении новой лексики, особенно в аспекте постановки ударения и артикуляции.

В настоящее время для улучшения и упрощения процесса изучения языка за короткое время мы должны учитывать тот факт, что взаимосвязь нейронауки и образования имеет большой потенциал. Подводя итог, можно сказать, что зеркальные нейроны очень важны для введения новой лексики, особенно для произношения.

В связи с быстрым развитием технологий искусственного интеллекта и виртуальной реальности необходимо использовать теорию зеркальных нейронов для создания более совершенных образовательных инструментов. В статье рассмотрены проблемы применения данной теории к курсам ESP, но подобные методы можно масштабировать на любой этап обучения иностранным языкам.

Сквозные технологии должны включать не только голосовых помощников, но и «визуальных» виртуальных преподавателей, реалистично копирующих все аспекты мимики, эмоций и жестов, чтобы стимулировать механизм зеркальных нейронов. Это позволяет значительно ускорить процесс обучения и сделать его более продуктивным.

Таким образом, сквозные технологии, сочетающие VR, AR, ИИ и нейронаучные данные о зеркальных нейронах, могут предоставить новый инструментарий для преподавателей и студентов, делая процесс обучения более наглядным, эффективным и доступным. Авторы полагают, что дальнейшее развитие этого направления будет способствовать повышению уровня языковой подготовки выпускников и стимулировать междисциплинарные исследования на стыке педагогики, лингвистики, информационных технологий и нейронаук.

Список литературы / References

1. Avenanti, A., et al. (2020). The mirror neuron system and the embodiment of linguistic action. *Brain and Language*, 202(2), 234–246.
2. Binkofski, F., & Fink, G. R. (2019). Motor facilitation and its role in language and cognition. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 98, 80–90.
3. Buccino, G., & Fadiga, L. (2018). The role of mirror neurons in language comprehension and acquisition. *Neuropsychologia*, 112, 112–120.

4. Caruana, F., & Lucca, G. (2021). Mirror neurons and language processing: The role of facial expressions. *Journal of Cognitive Psychology*, 29(6), 412–420.
5. Cheng, J. (2021). Virtual reality in language learning: Applications of mirror neuron theory. *Journal of Education Technology*, 35(2), 45–56.
6. Dapretto, M., et al. (2021). The neurocognitive mechanism of language learning and mirror neurons. *Journal of Neurolinguistics*, 45(8), 301–312.
7. Ferrari, P. F., & Gallese, V. (2020). The social brain and mirror neurons: A review of recent findings. *Neuroscience and Education Journal*, 25(3), 132–143.
8. Fogassi, L., & Fadiga, L. (2021). Neurocognitive mechanisms of imitation and learning. *Journal of Neuroscience Research*, 49(6), 443–455.
9. Gallese, V., & Rizzolatti, G. (2020). Mirror neurons and the simulation theory of mind reading. *Trends in Cognitive Sciences*, 24(4), 268–279.
10. Hickok, G. (2019). The social brain and language: Insights from mirror neurons and brain lesions. *Journal of Linguistic and Cognitive Neuroscience*, 35(7), 502–511.
11. Kohler, E., et al. (2018). Mirror neurons and learning: The importance of sensory-motor integration in language acquisition. *Brain and Language*, 185, 1–10.
12. Kogler, A. (2021). Mirror neurons, education, and language: A framework for innovative pedagogy. *Learning and Teaching Journal*, 12(6), 87–97.
13. Liberman, A. M., & Whalen, D. H. (2020). The connection between mirror neurons and speech processing. *Trends in Cognitive Neurosciences*, 24(5), 342–350.
14. López, S., & Ortega, J. (2023). Artificial intelligence in foreign language learning: A mirror neuron perspective. *International Journal of Education Technology*, 8(1), 56–69.
15. López, V., & Martínez, S. (2020). Mirror neurons and language acquisition in educational contexts. *Journal of Neuroscience Education*, 18(2), 99–108.
16. Mori, H., & Takeda, Y. (2019). The impact of visual input on the development of foreign language skills: A mirror neuron-based approach. *Journal of Educational Psychology*, 40(4), 265–278.

17. Müller, M., & Garcia, C. (2022). Mirror neuron mechanisms and artificial intelligence in foreign language learning. *Computational Education Review, 10*(4), 125–138.
18. Nishitani, N., & Hari, R. (2021). Cortical dynamics in mirror neuron activation during language imitation. *NeuroImage, 184*, 354–362.
19. Pelli, D., & Faggin, G. (2020). The role of virtual assistants in foreign language acquisition and mirror neuron activation. *Technology in Education, 11*(5), 101–113.
20. Perrett, D. I., & Mistlin, A. J. (2021). Understanding the visual appearance and consequence of hand actions. B: *Vision and Action: The Control of Grasping* (pp. 163–342).
21. Rizzolatti, G., & Arbib, M. A. (2022). The mirror neuron system: Insights and applications for language acquisition. *Neurobiology of Language Learning, 34*(5), 216–228.
22. Rizzolatti, G., & Sinigaglia, C. (2016). The mirror mechanism and its role in learning. *Neuroscientific Studies in Education, 35*(3), 218–235.
23. Sato, M., & Taira, M. (2019). Mirror neurons and their influence on emotional recognition during learning processes. *Psychological Science, 30*(3), 200–210.
24. Toni, I., et al. (2020). Mirror neurons and their applications in virtual reality language training. *Journal of Virtual Education, 15*(7), 100–115.
25. Zhang, G., & Ma, C. (2021). The research on virtual reality applied for digitalize education of mining engineer speciality. B: *2nd International Conference on Education Technology and Computer* (pp. 304–306).

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Ражева Елизавета Сергеевна, кандидат филологических наук, доцент кафедры английской филологии; доцент кафедры «Английский язык для приборостроительных специальностей» Государственный университет просвещения; МГТУ им. Н.Э. Баумана
ул. Радио, 10А, стр. 2, г. Москва, 105005, Российская Федерация; ул. 2-я Бауманская, 5, с. 1, г. Москва, 105005, Российская Федерация
e.s.razheva@mail.ru

Ражева Дарья Сергеевна, врач-невролог Сеченовского центра материнства и детства Клинического Центра; ассистент кафедры неврологии, нейрохирургии, медицинской генетики им Л.О. Бадаляна педиатрического факультета

ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России; ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России
ул. Трубецкая, 8, стр. 2, г. Москва, 119048, Российская Федерация; ул. Островитянова, 1, стр. 6, г. Москва, 117513, Российская Федерация
darvezhar@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Elizaveta S. Razheva, Cand. Sci. (Philology), Assoc. Prof., Department of English Philology; Assoc. Prof., Department of English for Instrument Making Majors

State University of Education; Bauman Moscow State Technical University

10A, build. 2, Radio Str., Moscow, 105005, Russian Federation; 5, build. 1, 2nd Baumanskaya Str., Moscow, 105005, Russian Federation

e.s.razheva@mail.ru

Darya S. Razheva, Neurologist at the Sechenov Center for Motherhood and Childhood of the Clinical Center; Assistant at the Department of Neurology, Neurosurgery, Medical Genetics named after L.O. Badalyan of the Pediatric Faculty

Sechenov University; Pirogov Russian National Research Medical University

8, build. 2, Trubetskaya Str., Moscow, 119048, Russian Federation; 1, build. 6, Ostrovityanova Str., Moscow, 117513, Russian Federation

darvezhar@mail.ru

Поступила 10.08.2025

После рецензирования 29.08.2025

Принята 03.09.2025

Received 10.08.2025

Revised 29.08.2025

Accepted 03.09.2025