



оригинальная статья

eLibrary EDN: KRSIEU

Актуальные мировые тенденции в разработке и внедрении вспомогательных средств обучения лиц с ограничениями жизнедеятельности

Островский Антон Николаевич

Российский государственный университет социальных технологий, Россия, Москва

eLibrary Author SPIN: 1098-3930

<https://orcid.org/0000-0001-5666-658X>

ostrovsky@rgust.ru

Порошина Ангелина Михайловна

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия, Саратов

eLibrary Author SPIN: 1051-9680

<https://orcid.org/0000-0002-5005-1098>

Пяткина Екатерина Станиславовна

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия, Саратов

eLibrary Author SPIN: 7312-1653

<https://orcid.org/0000-0003-4897-5803>

Аннотация: В работе рассмотрены актуальные мировые тенденции в разработке и внедрении вспомогательных средств обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья. Цель – выявить специфику современного состояния и тенденций разработки и внедрения вспомогательных средств обучения лиц с ограничениями жизнедеятельности как ориентира их последующей адаптации для совершенствования отечественной практики поддержки данной категории граждан в Российской Федерации. В рамках статьи проведен обзор актуальных зарубежных источников за период 2017–2023 гг., представляющих опыт создания и внедрения вспомогательных средств обучения. В работе рассмотрены планшеты для слабовидящих; интерфейсы электронного обучения с функциями взаимодействия для использования обучающимися с нарушением зрения и слуха; интерактивные учебные среды и онлайн-курсы, адаптированные для использования с различными вспомогательными технологиями: голосовыми ассистентами и экранными ридерами; расширяющие и альтернативные коммуникации (устройства, генерирующие речь; планшеты с приложениями преобразования текста в речь и речи в текст для улучшения чтения и письма, технологии распознавания речи); технологии виртуальной и дополненной реальности (VR / AR); интеллектуальные системы на основе метавселенной и опций VR / AR; технология "Eye-gaze" («взгляд в глаза»). В результате было установлено, что актуальными в мировой практике направлениями развития новых вспомогательных технологий в образовании являются: улучшение существующих технологий преобразования текста в речь и создание более интуитивных пользовательских интерфейсов; разработка алгоритмов, которые могут анализировать контекст и предлагать более точные и понятные голосовые команды; интеграция технологий расширяющих и альтернативных коммуникаций (устройств, генерирующих речь; планшетов с приложениями преобразования текста в речь и речи в текст для улучшения чтения и письма; мультILINGВАЛЬНЫХ систем распознавания речи) в повседневную образовательную практику и жизнь обучающихся; дальнейшее развитие технологий дополненной реальности посредством их адаптации для различных сенсорных и когнитивных особенностей восприятия информации; интеграция интеллектуальных систем на основе метавселенной в системы управления обучением для анализа данных о каждом студенте и адаптации учебного процесса под его уникальные потребности; интеграция технологии "Eye-gaze" в другие вспомогательные технологии.

Ключевые слова: реабилитация инвалидов, вспомогательные средства, образование, расширяющие и альтернативные коммуникации, технологии виртуальной и дополненной реальности, технология "Eye gaze"

Цитирование: Островский А. Н., Пяткина Е. С., Порошина А. М. Актуальные мировые тенденции в разработке и внедрении вспомогательных средств обучения лиц с ограничениями жизнедеятельности. *Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Гуманитарные и общественные науки.* 2026. Т. 10. № 2. С. 248–263. <https://doi.org/10.21603/2542-1840-2026-10-2-248-263>

Поступила в редакцию 16.06.2025. Принята после рецензирования 18.09.2025. Принята в печать 22.09.2025.

original article

Global Trends in Inclusive and Assistive Education for Students with Disabilities: A Review of International Practices

Anton N. Ostrovskii

Russian State University of Social Technologies, Russia, Moscow
eLibrary Author SPIN: 1098-3930
<https://orcid.org/0000-0001-5666-658X>
ostrovsky@rgust.ru

Angelina M. Poroshina

Saratov National Research Chernyshevsky State University,
Russia, Saratov
eLibrary Author SPIN: 1051-9680
<https://orcid.org/0000-0002-5005-1098>

Ekaterina S. Pyatkina

Saratov National Research Chernyshevsky State University,
Russia, Saratov
eLibrary Author SPIN: 7312-1653
<https://orcid.org/0000-0003-4897-5803>

Abstract: The review features the latest global trends in new technological solutions in the field of education for students with disabilities. It describes the best global practices that can be implemented by Russian schools and universities. The review covers international peer-reviewed scientific articles published in 2017–2023. The list of assistive tools includes tablets for the visually impaired; e-learning interfaces with interaction functions for students with visual and hearing impairments; interactive learning environments and online courses adapted for various assistive technologies, e.g., voice assistants and screen readers; augmentative and alternative communications, e.g., speech-generating devices; tablets with text-to-speech and speech-to-text applications and speech recognition technologies; virtual and augmented reality technologies; intelligent systems based on the metaverse and virtual or augmented reality options; eye-gaze technology. The following areas were found especially relevant in global practice: improving existing text-to-speech technologies and creating more intuitive user interfaces; developing algorithms that can analyze the context and offer more accurate and understandable voice commands; integrating augmentative and alternative communication technologies into everyday education practice; adapting the augmented reality technologies to various sensory and cognitive features of information perception; integrating metaverse intelligent systems into learning management systems to analyze data on each student and adapt the education process to their unique needs; integrating eye-gaze technology into other assistive technologies.

Keywords: rehabilitation, assistive technologies, education, augmentative and alternative communications systems, virtual and augmented reality technologies, eye-gaze technology

Citation: Ostrovskii A. N., Pyatkina E. S., Poroshina A. M. Global Trends in Inclusive and Assistive Education for Students with Disabilities: A Review of International Practices. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye i obshchestvennye nauki*, 2026, 10(2): 248–263. (In Russ.) <https://doi.org/10.21603/2542-1840-2026-10-2-248-263>

Received 16 Jun 2025. Accepted after review 18 Sep 2025. Accepted for publication 22 Sep 2025.

Введение

Современная система социальной защиты инвалидов представляет собой комплекс гарантированных государством мер поддержки, направленных на создание им равных с другими гражданами возможностей участия в жизни общества, в том числе получения услуг образования¹.

Проблемы реабилитации и абилитации инвалидов, а также их профессионализации приобретают особую актуальность в период студенчества, характеризующийся активным становлением личности, обретением «личностной целостности в трудных

ситуациях, обусловленных характером учебно-профессиональной деятельности и характером взаимодействия студентов друг с другом и преподавательским составом» [1, с. 344], сопровождающийся «формированием ценностей, смыслов, личностных характеристик» [2, с. 373], началом самостоятельной, взрослой жизни. Этот период представляет собой один из важнейших этапов профессионализации индивидуума, поэтому необходимость поддержания его психологического благополучия и жизнеспособности в периоды затруднений, включающих

¹ Об основах социального обслуживания граждан в РФ. ФЗ от 28.12.2013 № 442-ФЗ (ред. от 07.03.2018 г., с изм. и доп., вступ. в силу с 01.05.2018). СЗ РФ. 2013. № 52. Ст. 7007.

систему интеграции мер поддержки с применением реабилитационных и абилитационных мероприятий в образовательных организациях среднего и высшего образования, является очевидной и актуальной.

По данным итогового отчета по результатам мониторинга деятельности образовательных организаций высшего образования по вопросам приема, обучения и трудоустройства лиц с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) за 2023 г., проведенного на портале Инклюзивное образование РФ, число лиц с ОВЗ и инвалидностью, обучающихся в образовательных организациях высшего образования РФ, составляет 39441 человек – 0,9 % от общего числа обучающихся в вузах, принявших участие в мониторинге (4521997 человек)².

Вопросы комплексной реабилитации и абилитации инвалидов в условиях образовательных организаций, подведомственных Министерству науки и высшего образования РФ (Минобрнауки России), в полной мере отвечают полномочиям ведомства в соответствии с п. 4 Постановления Правительства РФ от 15.06.2018 № 682 «Об утверждении Положения о Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации». В частности, Минобрнауки России в отношении инвалидов осуществляет следующие полномочия: «порядок обеспечения условий доступности для инвалидов объектов социальной, инженерной и транспортной инфраструктур и предоставляемых услуг, а также оказания им при этом необходимой помощи в установленной сфере деятельности (по согласованию с Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации)»³. Таким образом, задачи повышения эффективности образовательных технологий для работы с обучающимися инвалидами, в первую очередь информационных, отвечают полномочиям Минобрнауки России в части обеспечения доступности объектов предоставляемых услуг, а также оказания им при этом необходимой помощи в установленной сфере деятельности. В целом доступность образовательных технологий для лиц с ограничениями жизнедеятельности в полной мере служит реализации ряда направлений реабилитации и абилитации, определенных Распоряжением Правительства РФ от 18.12.2021 № 3711-р «О концепции развития в Российской Федерации системы комплексной

реабилитации и абилитации инвалидов, в том числе детей-инвалидов, на период до 2025 г.»⁴ (в первую очередь социально-педагогической, профессиональной, социально-психологической).

Несмотря на высокую социальную значимость формирования доступных образовательных услуг в нашей стране, все еще остаются актуальными вопросы обеспечения обучающихся адаптированными образовательными программами, онлайн-курсами и техническими средствами. В этой связи особую важность приобретает оценка мировых контекстов развития отрасли создания и производства современных вспомогательных средств для повышения доступности образовательного процесса, что сподвигло нас к проведению обзора зарубежных источников за период 2017–2023 гг.

Цель исследования – выявить специфику современного состояния и тенденций разработки и внедрения вспомогательных средств обучения лиц с ограничениями жизнедеятельности как ориентира их последующей адаптации для совершенствования отечественной практики поддержки данной категории граждан в Российской Федерации. Пролонгированным итогом такой работы может стать инициация разработки и внедрения новых отечественных вспомогательных технологий, в мировой практике характеризующихся определением *инструменты, методы или среда, которые могут поддерживать или улучшать ограничения повседневной деятельности, вызванные функциональными нарушениями* [3], позволяющих преодолевать барьеры, мешающие полноценному образовательному процессу.

Научная новизна настоящего исследования заключается в том, что в данной работе впервые представлены результаты проведенного обзора зарубежных источников 2017–2023 гг., описывающих новейшие мировые технологические решения разработки и внедрения вспомогательных средств обучения лиц с ограничениями жизнедеятельности.

Методы и материалы

В обзоре использованы материалы 25 источников, из которых 23 – зарубежные публикации научных периодических изданий 2017–2023 гг., представляющих обобщение опыта разработки и внедрения вспомогательных средств, применяемых для облегчения образовательного процесса с обучающимися, имеющими ограниченные возможности здоровья.

² Характеристика системы высшего образования в Российской Федерации. *Инклюзивное образование*. URL: <https://инклюзивноеобразование.рф/мониторинги> (дата обращения: 16.05.2025).

³ Об утверждении Положения о Министерстве науки и высшего образования РФ и признании утратившими силу некоторых актов Правительства РФ. Постановление Правительства РФ от 15.06.2018 № 682. *СЗ РФ*. 2018. № 26. Ст. 3851.

⁴ О концепции развития в РФ системы комплексной реабилитации и абилитации инвалидов, в том числе детей-инвалидов, на период до 2025 г. Распоряжение Правительства РФ от 18.12.2021 № 3711-р. *СЗ РФ*. 2022. № 1. Ст. 260.

Результаты

Применение вспомогательных средств обучения, ориентированных на восполнение у обучающихся утраченных функций органов зрения, слуха, опорно-двигательного аппарата, является общепризнанной необходимостью. Так, исследование А. McNicholl, D. Desmond и P. Gallagher показало, что применение вспомогательных технологий оказывает благоприятное влияние на такие психосоциальные аспекты обучающихся, как компетентность, адаптивность и самооценка [4]. Люди, чьи потребности во вспомогательных технологиях были полностью удовлетворены, продемонстрировали значительно более высокие результаты академической эффективности, личного благополучия по 4 из 10 шкал образовательной вовлеченности по сравнению с теми, у кого данные потребности остались неудовлетворенными.

Оценку эффективности обучения в колледже исследовали с помощью теста установки, поведения и диспозиции, важных для академического успеха студентов высших учебных заведений. Он состоит из 50 пунктов по шести подшкалам: академическая самооффективность (14 пунктов); организованность и внимание к учебе (8 пунктов); стресс и нехватка времени (6 пунктов); вовлеченность в учебную деятельность (9 пунктов); эмоциональная удовлетворенность (7 пунктов); общение в классе (6 пунктов). Каждый пункт оценивается по 5-балльной шкале Лайкерта.

Самостоятельная эффективность в учебе (SELF-A), а также академическая самооффективность, проявляющаяся в повседневных учебных задачах, таких как конспектирование, подготовка к контрольным работам и занятиям, являются важными психосоциальными характеристиками. Это единый показатель, включающий 19 вопросов. Учащиеся оценивают каждый пункт по шкале от 0 до 100 баллов (где 0 % означает полную неуверенность в успешном выполнении, а 100 % – абсолютную уверенность). Оценка SELF-A определяется путем усреднения баллов по всем заданиям. Более высокие значения указывают на повышенную уверенность в собственных учебных возможностях. SELF-A обладает подтвержденной надежностью и валидностью.

В эксперименте приняли участие 111 человек (32 мужчины; 77 женщин; 2 представились как другие). Возраст участников варьировался от 18 до 67 лет (средний возраст мужчин – 22,62 года, средний возраст женщин – 28,59 лет, SD – 12,75). 39 участников сообщили о наличии множественных нарушений; нарушения 21 респондента были отнесены к категории *Другие* (которые включали синдром Аспергера / аутизм, синдром дефицита внимания и гиперактивности, нарушение координации развития – диспраксия / дисграфия, тяжелое

продолжающееся заболевание и нарушение речи); 21 респондент сообщил о специфических трудностях в обучении.

Выявлено, что студенты, чьи нужды в ассистивных технологиях (АТ) были в полной мере обеспечены, продемонстрировали существенно лучшие результаты по ряду параметров, связанных с успеваемостью. В частности, это касалось таких аспектов, как уверенность в собственных силах в учебе, уровень стресса, ощущение дефицита времени, а также взаимодействие в аудитории, которые оценивались с помощью CLEI. Эти показатели были значительно выше по сравнению с теми студентами, чьи потребности в АТ оставались нереализованными.

Данный факт акцентирует значимость АТ в указанных сферах для гетерогенной группы студентов с различными формами инвалидности. Это свидетельствует о потенциальной пользе АТ и оправдывает рассмотрение их применения для широкого круга студентов с ограниченными возможностями здоровья в высшем образовании. Полученные данные расширяют предшествующие исследования, которые концентрировались главным образом на преимуществах АТ в контексте вовлеченности в учебный процесс и повышении продуктивности при выполнении заданий среди учащихся с конкретными видами инвалидности, такими как нарушения зрения или дислексия.

При этом, по мнению А. McNicholl, D. Desmond и P. Gallagher, в процессе внедрения таких технологий огромную роль играет единообразное понимание всеми сотрудниками образовательных организаций их образовательных и психологических преимуществ для студентов с различными формами инвалидности [4].

S. E. Kisanga и D. H. Kisanga также отмечают несомненную важность обучения всего педагогического коллектива использованию вспомогательных технологий, что включает в себя не только знание технической стороны вопроса, но и понимание специфических потребностей студентов с различными формами нарушений функций [5].

В исследовании принял участие 21 респондент из Дар-эс-Саламского технологического института (Дар-эс-Салам, Танзания), выбранного целенаправленно из-за имеющегося многолетнего опыта поддержки студентов с ОВЗ. В число респондентов вошли 17 студентов и 4 тьютора, которые оказывали им поддержку в отделе специального образования. Тьюторы прошли обучение, чтобы помочь студентам с ОВЗ в академических вопросах, особенно в адаптации материалов. Их основная роль заключалась в расширении доступа студентов к учебным материалам, а также в налаживании связей между

преподавателями и студентами. Чтобы избежать низкого процента ответов, к участию в исследовании были приглашены все 37 студентов с ОВЗ, но приняли участие только 17.

Для сбора данных от респондентов использовались открытые анкеты и полуструктурированные интервью о типах вспомогательных технологий, которые помогают обучению студентов с ОВЗ и доступны в их учебном заведении, и о преимуществах, связанных с ними. Открытые вопросы помогли собрать данные и подтвердить готовность и способность студентов использовать вспомогательные технологии. Студенты могли выбрать наиболее удобный для них метод между полуструктурированным интервью и открытыми вопросами в анкете. 4 из 17 студентов выбрали участие в полуструктурированных интервью, в то время как 13 студентов – анкету.

В этом исследовании изучалась роль вспомогательных технологий в оказании помощи студентам с ОВЗ в вузах. В частности, в ходе исследования было установлено, что студенты с ОВЗ хорошо разбирались в технологиях, хотя их знания были ограничены теми устройствами, которые доступны в их учебном заведении. Таким образом, возникла необходимость познакомить их с другими современными устройствами. В результате исследование показало, что эти обучающиеся были лучше знакомы с компьютерами с бесплатными программами чтения с экрана с открытым исходным кодом и машинами Брайля, чем с другими устройствами, такими как Braille Note Touch. Результаты исследования по применению устройств АТ, проведенного в Дар-эс-Саламском технологическом институте, свидетельствуют о том, что бюджет, выделяемый вузам, в том числе рассматриваемому, часто не учитывает специфические потребности студентов с ОВЗ и других лиц с особыми требованиями к образованию.

Таким образом, педагоги должны получать регулярное обучение и быть в курсе последних технических разработок, чтобы эффективно использовать предоставленные технологии и устройства. Кроме того, важно содействовать сотрудничеству и обмену опытом между образовательными учреждениями, поскольку это поможет в распространении лучших практик и инновационных решений [5].

В качестве подобных технологий в работе рассматриваются:

- планшеты для слабовидящих;

- интерфейс электронного обучения с функциями взаимодействия для использования обучающимися с нарушением зрения и слуха;
- интерактивные учебные среды и онлайн-курсы, адаптированные для использования с различными вспомогательными технологиями: голосовыми ассистентами и экранными ридерами;
- расширяющие и альтернативные коммуникации (AAC);
- технологии виртуальной и дополненной реальности (VR / AR);
- интеллектуальные системы на основе метавселенной и опций VR / AR;
- технология "Eye-gaze" («взгляд в глаза»).

Планшеты для слабовидящих

Яркой иллюстрацией эффективного сетевого междисциплинарного взаимодействия для консолидации технологических разработок в области повышения доступности образования для инвалидов является пример Национальной сети по разработке вспомогательного оборудования Kosen (Kosen-AT), созданной в 2012 г. в Японии К. Kiyota, Т. Ishibashi, М. Shimakawa и К. Ito. Национальная сеть Kosen-AT с момента своего основания стремительно развивалась, привлекая к сотрудничеству ведущие технические колледжи и исследовательские центры Японии. Основная цель данной коллаборации – создание инновационных вспомогательных устройств, к числу которых относятся планшеты для слабовидящих VLITAB, позволяющие пользователям читать целые страницы на тактильном экране. Устройство VLITAB впервые дало возможность незрячим пользователям учиться, работать и играть на одном мобильном устройстве, обеспечивая цифровой доступ к информации в режиме реального времени. VLITAB преобразует любой документ в текст шрифтом Брайля. В то же время необходимо учитывать, что не все слабовидящие люди знают шрифт Брайля. Согласно статистике, более 60 % лиц с нарушениями зрения в возрасте старше 65 лет не используют шрифт Брайля в повседневной жизни⁵. Это связано с различными факторами, включая позднее наступление слепоты⁶, ограниченный доступ к обучению шрифту Брайля, а также прогрессирующие возрастные заболевания, такие как диабетическая ретинопатия и возрастная макулярная дегенерация, которые могут затруднять освоение новых навыков. Между тем необходимость улучшения образовательных программ и увеличения доступности

⁵ Азбука Брайля. Министерство Здравоохранения Воронежской области. URL: <https://vocmp.zdrav36.ru/novosti/2023-01-04-azbuka-braylya?ysclid=moj934m4v862018376> (дата обращения: 16.05.2025).

⁶ Система Брайля: распространение и популяризация, отв. ред. А. С. Корнилова. Якутск: Якутская республиканская специальная библиотека для незрячих и слабовидящих им. И. Н. Егорова-Горного, 2023. 100 с. <https://elibrary.ru/yummis>

ресурсов для изучения шрифта Брайля представляется важным аспектом в поддержке незрячих людей. В связи с этим даже такие инновационные устройства, как BLITAB, могут оставаться недоступными для части пользователей, если их внедрение не будет сопровождаться созданием обучающих программ или развитием альтернативных способов взаимодействия с текстом.

В исследовании, проведенном S. S. Senjam, A. Foster и C. Bascaran, было выявлено, что наиболее популярными устройствами в среде инвалидов, имеющих ограничения жизнедеятельности по зрению, являются говорящие часы, пишущие машины с текстом Брайля, оптические и электронные увеличительные устройства, а также компьютеры с крупными клавиатурами [6].

В рамках исследования из десяти специализированных школ для слабовидящих в г. Дели была проведена рандомизированная выборка, в нее вошли 250 учащихся. У этих учеников оценили зрительные функции с использованием адаптированной таблицы «Е» и окклюдера с несколькими отверстиями. Участники были разделены на две подгруппы: в первую вошли ученики с остротой зрения 1/60 и выше (потенциально выигрывающие от ассистивных технологий, ориентированных на зрение), а во вторую – с остротой зрения ниже 1/60 (которым, вероятно, больше подойдут АТ, основанные на тактильном или слуховом восприятии).

С помощью специально разработанной анкеты у каждого ученика выяснили наличие осведомленности об АТ и потребность в их использовании. После этого были собраны данные о сложностях, препятствующих использованию АТ, от студентов, знающих об их существовании, считающих их полезными, но не использующих их на практике. Эти сведения были собраны в отношении 42 различных вспомогательных технологий.

Доступ к вспомогательным технологиям позволяет обучающимся с нарушениями зрения значительно улучшить свои образовательные возможности и повысить уровень инклюзии в учебном процессе. Однако, несмотря на высокую потребность в этих устройствах, исследование подчеркнуло ряд значительных барьеров, препятствующих их эффективному использованию. Одна из главных проблем – недостаточная осведомленность и подготовка преподавателей к работе с такими технологиями, затрудняющие их интеграцию в учебный процесс [6]. Существует и еще один нюанс, который следует учитывать всем тем, кто внедряет вспомогательные устройства в помощь слабовидящим студентам. Так, S. E. Kisanga и D. N. Kisanga, изучив роль вспомогательных технологических устройств в содействии обучению студентов с нарушениями зрения в вузах

Танзании, выявили, что большинство данных обучающихся со временем неизбежно становятся зависимыми пользователями этих устройств [5].

Интерфейс электронного обучения с функциями взаимодействия для использования обучающимися с нарушением зрения и слуха

W. Farhan и J. A. Razmak, используя подход человеко-компьютерного взаимодействия human-computer interaction (HCI), разработали интерфейс электронного обучения с функциями взаимодействия для использования обучающимися с нарушением зрения и слуха – систему, включающую панель взаимодействия, состоящую из голосовых кнопок и вкладок, что позволяет пользователям с нарушенным зрением легко перемещаться по интерфейсу и получать информацию в аудиоформате. Для учащихся с нарушением слуха система интегрирует язык жестов и текстовые сообщения. Это дает возможность компенсировать недостаток восприятия аудиоинформации и обеспечивать полноценное взаимодействие с содержимым курса, что способствует увеличению самостоятельности студентов с нарушениями зрения в учебном процессе [7].

Эксперимент проводился как со студентами, так и с преподавателями в течение летнего семестра 2017 г. В этом эксперименте приняли участие 11 студентов с нарушениями слуха (10,8 %) и 17 студентов с нарушениями зрения (16,7 %). Всего было 102 участника.

Студентам было предложено ознакомиться с новыми функциями в предлагаемом пользовательском интерфейсе. После эксперимента их попросили ответить на вопросы опроса, состоящего из трех частей. Первой была шкала (от 0 до 9 баллов) для оценки их удовлетворенности каждой функцией. Шкала была выбрана с использованием валидированного опросника удовлетворенности взаимодействием пользователей (QUIS), который был разработан в Лаборатории человеко-компьютерного взаимодействия Университета Мэриленда в Колледж-Парке. Вторым аспектом была шкала Лайкерта (1–5 баллов), варьирующаяся от *очень сильной* до *совсем не сильной*, для оценки их удовлетворенности всем пользовательским интерфейсом. Третьим компонентом был список вопросов, касающихся их демографической информации и использования электронного обучения в академической жизни.

Ученые пришли к выводу о том, что у систем электронного обучения есть преимущества, которые стоит учитывать, и недостатки, которые мы должны минимизировать в любом новом предлагаемом интерфейсе. Однако использование как качественных, так и количественных данных является преимуществом исследования; ответы студентов

на опросы и мнения преподавателей, полученные в ходе интервью, позволили составить более четкое представление о сильных и слабых сторонах предлагаемого интерфейса электронного обучения. Среди сильных сторон, по признанию как преподавателей, так и студентов, предлагаемый интерфейс включает в себя ценные функции интерактивной коммуникации для поддержки всех студентов (независимо от их способности видеть или слышать). Результаты ответов преподавателей отражают точку зрения тех, кто, несомненно, является основными поставщиками образовательных услуг в университетах. Это означает, что в соответствии со своим реальным жизненным опытом они вносят свой вклад в это исследование, улучшая эмпирические результаты опроса студентов.

Интерактивные учебные среды и онлайн-курсы, адаптированные для использования с различными вспомогательными технологиями: голосовыми ассистентами и экранными ридерами

Интерактивные учебные среды и онлайн-курсы, адаптированные для использования с экранными ридерами и другими вспомогательными технологиями, позволяют студентам эффективно управлять своим временем и учебной нагрузкой. Применение данных технологий также способствует большей социализации и интеграции в студенческую среду обучающихся благодаря предоставляемой им возможности участия в групповых проектах и обсуждениях. Тем самым рассматриваемые инструменты снимают значительные барьеры в студенческих коммуникациях и делают процесс обучения более доступным и инклюзивным.

Для того чтобы расширить круг пользователей, W. Farhan и J. A. Razmak рекомендуют интегрировать в интерактивные учебные среды и онлайн-курсы дополнительные технологии (прежде всего голосовые ассистенты), которые могут воспроизводить текст вслух, и тактильные дисплеи, отображающие графики, схемы и иллюстрации. Такие функции позволят пользователям с разными возможностями восприятия получать максимально полную и точную информацию, необходимую для полноценного освоения учебных материалов.

В мировых междисциплинарных сообществах специалистов по инклюзии и инженеров продолжается работа над улучшением существующих технологий преобразования текста в речь и создания более интуитивных пользовательских интерфейсов; разрабатываются алгоритмы, которые могут анализировать контекст и предлагать более точные и понятные голосовые команды. Однако, несмотря на большие достижения, ученые и исследователи осознают, что впереди еще много работы.

Постоянные пользовательские отзывы и тесное сотрудничество с различными организациями, занимающимися поддержкой людей с ограниченными возможностями, позволяют оперативно вносить улучшающие изменения в существующие разработки. В частности, проект Kosen-AT продолжает оставаться основным двигателем инноваций и улучшения жизни слепых, слабовидящих людей, а также пожилых граждан, предоставляя им инструменты для независимости и полноценной интеграции в цифровое общество [7].

Расширяющие и альтернативные коммуникации

Еще одним направлением развития вспомогательных технологий, применяемых в образовании, существенно улучшающим способности студентов с множественными нарушениями к взаимодействию с окружающим миром, являются ААС – auxiliary and alternative communication. Их методы варьируются от простых жестов и карточек с изображениями до сложных электронных устройств, таких как устройства, генерирующие речь; планшеты с приложениями преобразования текста в речь и речи в текст для улучшения чтения и письма; технологии распознавания речи. Основная цель расширяющей и альтернативной коммуникации – предоставить обучающимся с ограничениями жизнедеятельности возможность выразить свои мысли, желания и потребности, что способствует не только их социальной интеграции, но и когнитивному развитию. При этом при выборе методов ААС особую важность представляет учет индивидуальных потребностей и предпочтений каждого студента, которому может подойти свой уникальный набор инструментов и стратегий. Например, для кого-то особенно полезны символы или карточки с изображениями, которые помогают выражать базовые потребности и эмоции. Для других более подходящими могут оказаться электронные устройства с синтезированной речью, обеспечивающие более широкий диапазон самовыражения своих мыслей и эмоций и позволяющие вести полноценный диалог с окружающими [8].

C. Holyfield и коллеги, оценивавшие эффективность применения ААС в детском возрасте, считают, что одним из ключевых аспектов успешного внедрения расширяющей и альтернативной коммуникации является индивидуализация подхода [Ibid.].

В рамках данного исследования были изучены трое учеников начальной школы, имеющих комплексные нарушения в развитии. Был применен метод попеременного воздействия на одного испытуемого, где каждая из используемых технологий представляла собой отдельное условие. Дети занимались со своими школьными логопедами, используя каждую из двух

технологий в течение пяти сессий, организованных блоками в случайном порядке.

В результате исследования авторы пришли к выводу, что потребности и способности каждого ребенка могут значительно различаться, поэтому важно подобрать наиболее эффективные средства и методы для каждого конкретного случая. Например, для одного ребенка может быть достаточно использования пиктограмм на карточках, в то время как другому потребуется многофункциональное электронное устройство с возможностью добавления новых слов и фраз. Важно постоянно отслеживать прогресс и адаптировать коммуникационные средства в зависимости от изменений в навыках и потребностях пользователя.

Одним из ключевых аспектов успешного внедрения ААС является также их включение в повседневную жизнь учащегося. Это требует совместной работы целой команды специалистов, в частности логопедов, и педагогов в альянсе с родителями обучающихся и другими значимыми для них близкими людьми. При этом сам процесс обучения с применением устройств, а также поддержка пользователей должны быть непрерывными и нацеленными на создание комфортных условий в различных контекстах – на уроках, на переменах, дома или в общественных местах. Регулярная практика важна для того, чтобы ААС становились естественной и интегрированной частью жизни каждого обучающегося, нуждающегося в ней.

Важно отметить, что использование ААС не исключает возможность развития естественной речи. Наоборот, они могут стать мостом к улучшению вербальных навыков. Многие исследования показывают, что обучающиеся, использующие ААС, часто демонстрируют заметные речевые улучшения. Это происходит потому, что ААС помогает создать среду, в которой обучающиеся ощущают меньшие ограничения в попытках общаться и, следовательно, обретают больше уверенности и мотивации для вербального общения. Кроме того, важно учитывать, что внедрение ААС не является полным замещением традиционных форм коммуникации. Наоборот, оно должно быть интегрировано с логопедическими занятиями, обучением устной речи и социальным взаимодействием. Таким образом, ААС становится частью комплексного подхода к развитию лиц с ограничениями функции речи [8].

Н. Tegler и коллеги проанализировали коммуникацию участников инклюзивного образовательного процесса в случаях, когда один из учащихся использует устройство, генерирующее речь (SGD – speech-generating device) [9].

В исследовании, где применялась технология айтрекинга, участвовали двое учеников с тяжелыми

формами ДЦП и когнитивными нарушениями, а также их педагоги, помощники и сверстники. Отбор участников проводился по следующим признакам:

- 1) использование технологии отслеживания взгляда для работы с системами генерации речи (SGD);
- 2) регулярное применение SGD в групповых взаимодействиях в классе не реже нескольких раз в неделю;
- 3) возрастная категория от 7 до 21 года, соответствующая возрасту обучения детей и подростков с интеллектуальными особенностями в шведской образовательной системе;
- 4) тяжелая степень церебрального паралича;
- 5) наличие интеллектуальных ограничений;
- 6) затруднения с речью, делающие ее невнятной.

Тяжесть ДЦП оценивалась на уровне 4–5 по классификации GMFCS (Gross Motor Function Classification System) и 3–5 по MACS (Manual Ability Classification System), что подразумевало передвижение в инвалидной коляске, проблемы с удержанием головы и корпуса, а также невозможность использования рук. Неразборчивость речи соответствовала уровням 3–4 по шкале Викинга. Диагноз умственной отсталости подтверждался фактом обучения участников в специализированных школах, т. к. в Швеции для зачисления в такие учреждения необходимо заключение психолога. Участники посещали разные специализированные школы для детей с трудностями в обучении, являющиеся частью начальной школьной системы. Уровень умственной отсталости в этих школах варьируется от легкого до тяжелого; педагоги и ассистенты обладают опытом работы с альтернативными методами коммуникации; соотношение количества персонала к числу учеников выше, чем в общеобразовательных школах.

Анализ показал, что три стратегии поддержки и сотрудничества способствуют созданию условий для развернутых ответов в сложных диалогах на уроке, особенно при использовании подхода SGD. Эти стратегии включают (а) структурирование и упорядочивание реплик в рамках привычной модели IRE; (б) использование ситуативно-зависимых экранных и мультимодальных средств поддержки; (в) действия педагогов, нацеленные на сохранение возможности для учеников высказывать свои мысли, ограждая их от перебивающих реплик других учеников. Ключевое различие между этими методами поддержки заключалось в том, насколько они обеспечивали учащихся, использующих SGD, необходимым словарным запасом для ответа на вопросы учителя.

Опять же ключевая роль в этом процессе, обеспечивающая условия для плавного и равноправного включения каждого обучающегося в образовательную среду, отводится педагогам и тьюторам.

В частности, педагоги часто адаптируют свои методы преподавания с учетом временных задержек, необходимых для ответов через SGD. Это может включать паузы в диалогах, повторения или переадресацию вопросов для того, чтобы создать комфортные условия для вовлечения обучающихся, использующих такие устройства. Тьюторы могут также предлагать обучающемуся помощь, оказывая ему содействие в настройке устройства или же в отдельных моментах (например, оказание физической поддержки). Все это способствует более плавному и естественному взаимодействию лица с инвалидностью с окружающим его социумом.

Обучающиеся, использующие SGD, активно выстраивают взаимодействие с устройством, осваивают его, а также синхронизируют свои ответы с остальными участниками общения. Их сверстники, в свою очередь, учатся распознавать и уважать уникальные способы коммуникации лиц с ограниченными возможностями жизнедеятельности, что способствует развитию эмпатии, терпимости и навыков общения у всех вовлеченных сторон; формированию инклюзивной поддерживающей образовательной среды. Еще одним из ключевых методов, способствующих повышению эффективности взаимодействия, является использование структурированных и предсказуемых стратегий общения. Преподаватели разрабатывают специальные сценарии занятий, в которых выделены моменты для использования SGD, что позволяет обучающимся с нарушениями речи почувствовать себя уверенно и подготовиться к участию в такой групповой работе с другими обучающимися. Подобные совместные проекты и групповые задания помогают установлению прочных социальных связей, что, в свою очередь, снижает уровень тревожности и предрасполагает к более активному вовлечению каждого участника в учебный процесс.

Н. Tegler и соавторы отмечают, что реализация таких подходов требует систематического профессионального развития педагогов и тьюторов, а также принятия на институциональном уровне политики, поддерживающей инклюзивное образование. Только комплексный подход, включающий техническую, методическую и эмоциональную поддержку со стороны всех участников образовательного процесса, способен создать условия для успешной интеграции в него учащихся, использующих устройства, генерирующие речь. Исследование подобных взаимодействий позволяет понять не только специфические методы и стратегии коммуникации обучающихся в инклюзивном коллективе, но и более широкие социальные и образовательные последствия таких практик. Знания об особенностях применения обсуждаемых технологий могут быть использованы для разработки рекомендаций, улучшающих

инклюзивность и эффективность обучения для всех учащихся, особенно тех, кто зависит от таких средств альтернативной коммуникации, как SGD [9].

Рассмотрим исследование I. Svensson и коллег, которые на протяжении почти трех десятилетий применяли планшеты с приложениями преобразования текста в речь и речи в текст для улучшения чтения и письма при изучении вспомогательных технологий у инвалидов с нарушением функции чтения [10].

В исследовании приняли участие 149 человек. Группа вмешательства прошла 24 сеанса обучения работе с вспомогательными технологиями, а у контрольной группы, напротив, был сделан акцент на классическом обучении.

Детальный анализ результатов эксперимента как в экспериментальной, так и в контрольной группах испытуемых показал, что у участников экспериментальной группы с более низким исходным уровнем навыков наблюдалось более заметное улучшение по сравнению с аналогичными показателями у участников контрольной группы. Полученные результаты могут указывать на то, что эффективность применения ассистивных технологий варьируется в зависимости от изначального уровня подготовки обучающихся. Данный эффект наиболее выражен в группах, где присутствуют лица с несформированными навыками самообслуживания и коммуникации. Кроме того, в ходе опросов и бесед было выявлено, что участники, которые занимались с использованием вспомогательных средств, проявляли большую удовлетворенность учебным процессом. Важно отметить, что несмотря на отсутствие значимых различий в итоговых результатах между группами, вспомогательные технологии показали свою эффективность в повышении уровня самостоятельности и уверенности у их участников. Долгосрочные эффекты таких технологий требуют дальнейшего изучения и анализа для того, чтобы определить потенциал их задействования в различных образовательных и реабилитационных программах. На основании исследования были сделаны выводы о пользе вспомогательных технологий для обучающихся с дислексией в направлении усвоения текстов, в повышении производительности обучения и появлении мотивации к нему. Последнее, по мнению I. Svensson и коллег, достигается посредством улучшения уверенности учащихся с дислексией в своих способностях. Такие технологии позволяют преодолевать барьеры не только в процессе чтения и письма, но и в общей учебной деятельности. Благодаря возможностям преобразования текста в речь учащиеся могут легче воспринимать учебный материал, что способствует более глубокому пониманию и усвоению информации. В целом индивидуализация

обучения играет ключевую роль в успешном применении вспомогательных технологий. Приложения с функцией преобразования речи в текст позволяют учащимся выражать свои мысли и идеи без ограничений, связанных с орфографией или пунктуацией. Это, в свою очередь, снижает уровень тревожности и стресса, часто сопутствующие традиционным методам обучения, и делает учебный процесс более доступным. В долгосрочной перспективе такие технологии способствуют развитию у обучающихся с дислексией независимости, приобретению ими навыков, необходимых для самостоятельного изучения и анализа текстов, открывающих новые возможности для академической и профессиональной карьеры лиц с ограничениями жизнедеятельности [10].

Технология распознавания речи (SRT – speech recognition technology) представляет собой цифровой инструмент, интегрированный в достаточно широкий спектр технологических устройств, таких как компьютеры, смартфоны и планшеты, а также в распространенные «умные» колонки и домашнюю электронику.

К. Berner и A. N. Alves высказывают суждения о способности SRT повысить уровень вовлеченности и самостоятельности людей с ограниченными возможностями при получении начального, среднего и высшего образования, а также при выполнении задач повседневной жизни. Кроме того, SRT играет ключевую роль в профессиональной интеграции людей с ограниченными возможностями. Благодаря SRT появляется возможность модифицировать множество рабочих процессов, что, в свою очередь, дает людям с ограниченными возможностями шанс эффективно справляться со своими обязанностями и принимать деятельное участие в командной работе. Например, преобразование речи в текст существенно облегчает процесс создания письменных работ для людей с ограниченной подвижностью рук, а автоматическая транскрипция голосовых команд в текстовый формат способствует их оперативной и продуктивной коммуникации. Это приобретает особую значимость в контексте дистанционной занятости, получившей широкое распространение в последние годы. Вместе с тем следует подчеркнуть, что для успешной интеграции технологий распознавания речи необходимо учитывать лингвистические и культурные особенности. Различия в языках и диалектах способны существенно повлиять на адекватность распознавания, что возлагает дополнительную ответственность на создателей программного обеспечения. Системы преобразования аудио в текст обязаны поддерживать множество лингвистических контекстов и адаптировать свои механизмы

для учета специфических акустических и лексических черт каждого языка. В данном контексте адаптация к различным языковым средам требует гибкости и точности. Это подразумевает не только учет грамматических правил, но и фонетических нюансов, свойственных каждому языку. Следовательно, мультилингвальные системы распознавания речи играют ключевую роль в обеспечении глобальной доступности технологий и расширении их практического применения. Ключевым аспектом является интерфейс и функциональность, поскольку именно они обеспечивают интуитивно понятное взаимодействие с технологией распознавания речи и ее легкую адаптацию под нужды разнообразных пользователей. Дополнительные функции, такие как адаптивные алгоритмы обучения, которые корректируют работу системы на основе индивидуальных особенностей речи пользователя, могут существенно повысить эффективность и точность ее распознавания. В итоге внедрение технологии распознавания речи в повседневную жизнь и в образовательные процессы не только способствует инклюзии людей с ограниченными возможностями, но и стимулирует их личностный и профессиональный рост, предоставляет доступ к участию в социальной жизни в целом и в профессиональном образовании в частности [11].

Технологии виртуальной и дополненной реальности

Под VR / AR – virtual and augmented reality понимаются устройства и программы, которые представляют, создают и имитируют трехмерные виртуальные среды, а пользователи могут создавать в них своих виртуальных персонажей – аватаров, которые их воплощают.

Результаты исследования L. B. Cadet и коллег показали, что обучающиеся лучше запоминают информацию, представленную в высококачественной графике, из-за повышения уровня своей вовлеченности в процесс работы с такими системами [12].

В рамках этой работы авторы стремились изучить, каким образом аспекты виртуальной реальности, такие как вовлеченность, чувство присутствия и эмоциональный отклик, влияют на процессы запоминания у людей разного возраста. Для достижения этой цели участников погружали в виртуальную среду с помощью VR-шлема, манипулируя при этом уровнем детализации трехмерных объектов (высоким и низким) и типом стимулов, вызывающих негативные, нейтральные или позитивные эмоции. В эксперименте участвовали 48 взрослых (средний возраст – 20,65 лет) и 40 детей (средний возраст – 11,63 лет), которых случайным образом распределили между двумя группами, различавшимися качеством

3D-моделирования. Субъективная оценка значимости, уровня возбуждения и ощущения присутствия производилась с помощью специализированных анкет. Оценка памяти о представленных стимулах осуществлялась посредством теста на произвольное воспроизведение.

Эмоции, вызванные взаимодействием с виртуальной средой, играют ключевую роль в процессе запоминания. Эмоционально насыщенные события и сцены запоминаются лучше, т.к. эмоции способствуют активации определенных областей мозга, отвечающих за долговременное хранение информации, при этом интенсивность эмоций может варьироваться в зависимости от возраста обучающихся. В виртуальных сценариях, где дети и взрослые переживают сильные положительные или отрицательные эмоции, результаты запоминания оказываются заметно лучше по сравнению с эмоционально нейтральными сценами [12]. В виртуальной среде пользователи могут выполнять различные виды деятельности, характеризующиеся реалистичностью и обеспечивающие глубокое погружение в процесс обучения.

В исследовании, опубликованном A. Almutairi и S. Al-Megren, описывается создание приложения для обучения арабскому языку глухих обучающихся, использующего потенциал объединения видео- и аудиопродуктов с дополненной реальностью [13].

Ученые провели предварительные исследования для определения визуальных потребностей глухих обучающихся, изучающих арабский язык, с использованием трех различных инструментов и целей:

- 1) интервью с преподавателями и переводчиками;
- 2) наблюдение за глухими детьми;
- 3) анкетирование родителей глухих детей.

Результаты опроса преподавателей и родителей глухих детей показывают, что они предпочитают использовать несколько ресурсов, в первую очередь жестовый язык, фотографии и видео. Обучающиеся, в свою очередь, лучше справлялись с тактильной азбукой и хуже – с жестовым языком. Это несоответствие подчеркивает важность учета различных точек зрения при разработке приложений, направленных на развитие грамотности у детей младшего возраста [13].

В частности, AR позволяет комбинировать реальные объекты с информацией с виртуальными объектами. В то же время дополненная информация может не ограничиваться зрением и применяться ко всем органам чувств, таким как слух, обоняние и осязание. Это делает дополненную реальность многообещающим форматом содействия процессам образовательной инклюзии, поскольку она способствует множеству средств репрезентации, действий и способов вовлечения студентов в процесс обучения [14].

Контент, обогащенный AR, способствует более глубокому пониманию материала за счет вовлечения различных сенсорных каналов, что особенно важно для лиц с ограничениями слуха. Применяя видео- и аудиоматериалы совместно с виртуальными интерактивными элементами, подобные приложения предоставляют возможность обучаться в пространстве, адаптирующемся к индивидуальным потребностям, а именно к персональным методам усвоения знаний каждого учащегося.

Прогресс в сфере AR-технологий способен кардинально изменить специализированное обучение, расширив возможности адаптации к различным сенсорным и когнитивным стилям обработки информации.

В связи с этим требуется объединение разнообразных сенсорных данных и методов взаимодействия, что позволит сделать обучение мультимодальным и в большей степени ориентированным на индивидуальные потребности. Применение тактильной стимуляции способно оказать поддержку в прояснении сложных концепций посредством чувственного опыта, в то время как визуальное сопровождение может оптимизировать процессы запоминания и усвоения изучаемой информации.

P.-H. Chen и коллеги по итогам проведенных ими исследований подчеркивают, что традиционное обучение зачастую не обеспечивает должного развития практических навыков, необходимых людям с инвалидностью и пожилым людям [15]. В представленном исследовании, где 42 участника были произвольно поделены на две равные группы (по 21 человеку в каждой), был реализован эксперимент с повторным тестированием. Первая группа изучала сначала изображение с эффектом присутствия (A), а затем изображение без данного эффекта (B). Вторая группа, наоборот, начинала с изображения B, а затем переходила к изображению A. Каждое панорамное изображение содержало определенный набор объектов, при этом некоторые объекты были общими для обоих изображений. Измерение памяти происходило дважды: сразу после просмотра изображений (тест на воспроизведение) и повторно через 10 минут (тест на узнавание). Полученные результаты свидетельствуют о том, что первая группа, начинавшая с иммерсивного контента, показала лучшую долговременную память по сравнению со второй группой, которая вначале работала с обычной визуализацией. Эти предварительные данные в конечном итоге говорят о перспективности использования 360° технологий для оценки когнитивных способностей.

В свою очередь виртуальное обучение предлагает уникальную возможность повысить уровень вовлеченности обучающихся и обеспечить более глубокое

понимание сложных ситуаций, с которыми они могут столкнуться на практике. Благодаря VR обучающиеся могут оказаться в смоделированных реальных сценариях, где им необходимо применять теоретические знания на практике, анализировать те или иные ситуации и принимать обоснованные решения. Таким образом, они не просто более эффективно и полно запоминают материал, но и «проживают» его [16; 17].

Интеллектуальные системы на основе метавселенной и опций VR / AR

Следующим уровнем применения VR-технологий в образовательном процессе является использование интеллектуальной системы на основе метавселенной для обучения студентов с ограниченными возможностями, достаточно подробно описанное в исследовании S. Sghaier и коллег [18]. Метавселенная представляет собой уникальную возможность создания адаптируемого и интерактивного пространства, учитывающего индивидуальные потребности каждого студента. Благодаря использованию VR и AR можно создать персонализированные учебные среды, где студенты могут взаимодействовать с учебным материалом в удобном для них формате. Это позволяет не только улучшить усвоение знаний, но и повысить мотивацию к обучению, делая образовательный процесс увлекательным и доступным.

Интеллектуальная система на основе метавселенной заключается в использовании искусственного интеллекта для анализа данных о каждом студенте и адаптации учебного процесса под его уникальные потребности. Это подразумевает отслеживание успеваемости учащихся в текущем режиме, определение проблемных зон и предоставление советов по повышению успеваемости. Искусственный интеллект может генерировать советы по учебным ресурсам, корректировке уровня сложности задач и даже формированию командной работы, чтобы каждый учащийся мог наиболее продуктивно участвовать в учебном процессе. Применение адаптивных методик содействует формированию равных возможностей для всех учащихся (вне зависимости от их физических или умственных особенностей).

Создание подобной интеллектуальной платформы подразумевает рассмотрение широкого спектра аспектов (от технических средств до образовательных подходов). Важнейшей составляющей выступает гибкий интерфейс, способный адаптироваться к индивидуальным нуждам и характеристикам каждого учащегося. Это предполагает конфигурацию виртуальных учебных пространств для обучающихся с различными физическими, сенсорными и когнитивными особенностями. К примеру, студенты с проблемами зрения могут пользоваться звуковым сопровождением и тактильными сигналами,

в то время как для студентов с нарушениями слуха в систему могут быть добавлены субтитры и визуальные подсказки. Важно сосредоточиться на создании интерфейсов и учебных материалов, способствующих вовлеченности и интерактивности студентов. Виртуальные практикумы, моделирование и интерактивные задания, разработанные преподавателем, дают возможность не просто знакомиться с материалами, но и активно в них участвовать.

Метавселенная предоставляет возможность создания виртуальных классов, где студенты могут взаимодействовать не только с преподавателем, но и друг с другом. Кроме того, такой формат работы может поддерживать взаимодействие между студентами и преподавателями по всему миру посредством создания единых виртуальных лабораторий в таких дисциплинах, как информатика, медицина, физика, химия [12] и науки о земле [19]. В свою очередь преподаватели должны хорошо знать эти виртуальные (трехмерные) среды и искать наилучшие методы для улучшения выполнения в них упражнений в образовательной деятельности.

Такие интерактивные методы содействуют формированию коммуникативных навыков и укрепляют ощущение единства в образовательной среде. Это особенно значимо для студентов с особыми потребностями, которым сложно адаптироваться к обычным формам обучения. Работа в группах над проектами, обсуждения и общие исследования в онлайн-формате способны значительно улучшить образовательный процесс, делая его более доступным. При этом виртуальные среды не могут выполнять функции управления успеваемостью и мониторинга действий студентов, а также не всегда поддерживают все виды учебных материалов. В связи с этим дальнейшим этапом развития онлайн-образования является объединение виртуальных платформ с системами управления обучением. Подобные методы коллективной работы могут значительно повысить эффективность обучения. Вместе с тем необходимо учитывать, что способности студентов к обучению и ориентации в пространстве существенно различаются в реальном и виртуальном мирах [20].

Наконец, стоит отметить важность постоянного мониторинга и анализа эффективности обучающих методик и технологий, используемых в такой системе. Это позволяет постоянно ее улучшать, делая данный вспомогательный инструмент образования еще более адаптивным и эффективным. Использование аналитических инструментов и сбор данных о прогрессе каждого студента помогут персонализировать учебный процесс и своевременно вносить необходимые коррективы. В конечном итоге интеллектуальная система на основе метавселенной

обучения не только откроет новые горизонты в сфере инклюзивного образования, но и заложит фундамент для будущих инноваций в этой области [18].

Технология "Eye-gaze"

Технология "Eye-gaze" – разновидность вспомогательной технологии, которая позволяет обучающимся с серьезными двигательными нарушениями получать доступ к компьютеру и управлять им с помощью глаз вместо использования традиционной клавиатуры и манипулятора типа «мышь», а также переключателей, управляемых движениями головы [21]. Технология «взгляд в глаза» работает за счет излучения инфракрасного света, который отражается от глаз учащегося. Камера «взгляд в глаза» фиксирует отраженный свет, а специальное программное обеспечение фильтрует его и анализирует направление взгляда учащегося. В результате она позволяет обучающемуся управлять объектами на экране при помощи глаз, непосредственно глядя на объект управления, и делать соответствующий выбор (например, активировать символы), удерживая свой взгляд на желаемой цели в течение определенного периода времени (известного как «время задержки»). По сравнению с методами косвенного отбора (например, сканирования с использованием переключателей) это менее трудоемкий и более эффективный метод. Таким образом, доступ к компьютеру для обучающихся с тяжелыми физическими недостатками может быть предпочтительным выбором как для образовательных и досуговых мероприятий, так и в качестве метода вспомогательного и альтернативного общения [22]. Технология «взгляд в глаза» может быть дополнительной системой, в которой устройство подключается к компьютеру извне или интегрировано непосредственно в монитор.

Растущее число исследований показало, что обучающиеся с серьезными двигательными и коммуникативными трудностями довольно легко обучаются использованию технологии «взгляд в глаза» и получают очевидную пользу от ее использования. Так, улучшение знаний, навыков и интерес к использованию технологии являются важными факторами, способствующими ее освоению; в то время как отсутствие профессиональных услуг по поддержке использования, технические проблемы или проблемы со здоровьем могут помешать внедрению [23].

Y. H. Hsieh и коллеги оценили внедрение данной технологии на Тайване, где ее сопровождением занимаются квалифицированные физиотерапевты, специалисты по трудотерапии и логопеды, прошедшие соответствующее обучение и имеющие сертификаты на право использования вспомогательных образовательных инструментов. В исследовании приняли участие 26 детей в возрасте от 14 до 58 месяцев

со значительной задержкой когнитивного и моторного развития. Для интеграции различных источников информации о коммуникативном функционировании детей использовалась коммуникативная матрица Роуланда. Авторы определили, что технология «взгляд в глаза» носит двунаправленный или транзакционный характер: ее применение для оценки реагирования обучающихся на различные учебные ситуации может улучшить понимание педагогами интересов слушателей и формирующихся у них в ходе обучения навыков [21]. Это дает педагогам возможность корректировать образовательные программы с целью повышения эффективности процесса обучения [24].

Результаты других исследований указывают на необходимость мультимодального подхода к ежедневному использованию технологии «взгляд в глаза», т. к. она, по мнению авторов, может не подходить в качестве единственного способа улучшить процесс обучения, а в ряде случаев – коммуникаций обучающихся с серьезными двигательными нарушениями. В свою очередь рекомендуется сочетать использование рассматриваемого и других вспомогательных инструментов [11]. Применение технологии «взгляд в глаза» как инструмента формирования текста при коммуникации имеет несомненные преимущества для обучающихся, имеющих ограничения функции речи [25], однако проигрывает по сравнению с менее технологичными методами вспомогательного и альтернативного общения в силу их мобильности и удобства для быстрого общения в различных контекстах. Однако технология «взгляд в глаза» и другие инструменты могут легко дополнять друг друга, повышая практичность повседневного общения [26].

Таким образом, на основании проведенного анализа международной практики разработки вспомогательных средств для лиц с ограничениями жизнедеятельности можно сделать несколько важных выводов, служащих основой для совершенствования отечественной стратегии поддержки данной категории граждан.

В качестве наиболее актуальных технологий применяемых в образовательном процессе в отношении обучающихся с ограничениями жизнедеятельности можно выделить: планшеты для слабовидящих; интерфейсы электронного обучения с функциями взаимодействия для использования обучающимися с нарушением зрения и слуха; интерактивные учебные среды и онлайн-курсы, адаптированные для использования с различными вспомогательными технологиями: голосовые ассистенты и экранные ридеры; расширяющие и альтернативные коммуникации технологии виртуальной и дополненной реальности; интеллектуальные системы на основе метавселенной и опций VR / AR; технология "Eye-gaze".

Первоочередным залогом успешного обеспечения лиц с ограниченными возможностями необходимыми вспомогательными средствами, применяемыми в образовательном процессе (который включает в себя не только физическое обеспечение, но и адаптацию технологии под каждого отдельного пользователя), является индивидуальный подход к каждому потенциальному пользователю с учетом его особенностей и образовательных потребностей. Целостная реализация этого подхода предполагается в рамках работы междисциплинарной и межведомственной команды, включающей в себя врачей, специалистов по реабилитации, социальных работников, технических специалистов по поддержке продукта, педагогов, представителей общественных объединений – организаций гражданского общества, а также самого пользователя и его семьи. Наиболее приемлемой организационной формой для такой деятельности могут выступать специализированные центры и реабилитационные клиники, которые не только предоставляют вспомогательные средства, но и предлагают комплекс обучающих услуг по их использованию и техническому обслуживанию. Такие центры играют важную роль в обеспечении непрерывности и качества обслуживания, что особенно важно для лиц с хроническими заболеваниями и сложными формами инвалидности. Кроме того, представленный выше процесс междисциплинарной и межведомственной коллаборации служит основой для успешной разработки новых вспомогательных средств.

Вторым компонентом эффективного использования вспомогательных средств в образовательном процессе для лиц с ограничениями жизнедеятельности выступает единообразное понимание важности, возможностей и ограничений их применения всеми участниками процесса обучения: преподавателями, тьюторами, студенческим сообществом, самими обучающимися инвалидами и их близкими. В отношении профессионалов отрасли это достигается посредством их постоянной информационной поддержки: проведения образовательных программ и распространения материалов, направленных на повышение уровня знаний о возможностях и преимуществах использования обсуждаемых технологий.

Еще один немаловажный элемент успеха процесса совершенствования уже созданных вспомогательных средств, применяемых в образовании, – обеспечение постоянного взаимодействия технических специалистов: разработчиков с пользователями, членами их семей, с педагогами, тьюторами и специалистами по поддержке инклюзии в образовательных организациях с проведением регулярного мониторинга, независимых аудитов

и опросов пользователей. Реализация такого подхода позволяет своевременно выявлять недостатки анализируемых устройств и систем и вносить необходимые коррективы, ориентируясь на реальный опыт и потребности конечных пользователей.

Заключение

Представленный обзор позволил определить наиболее актуальные тенденции в разработке и внедрении ключевых вспомогательных технологий для применения в сфере образования при работе с лицами, имеющими ограниченные возможности здоровья. При этом актуальными в мировой практике направлениями развития новых вспомогательных технологий в образовании являются:

1. Улучшение существующих технологий преобразования текста в речь и создание более интуитивных пользовательских интерфейсов; разработка алгоритмов, которые могут анализировать контекст и предлагать более точные и понятные голосовые команды.

2. Интеграция технологий расширяющих и альтернативных коммуникаций (устройств, генерирующих речь; планшетов с приложениями преобразования текста в речь и речи в текст для улучшения чтения и письма; мультилингвальных систем распознавания речи) в повседневную образовательную практику и жизнь обучающихся.

3. Дальнейшее развитие технологий дополненной реальности посредством их адаптации для различных сенсорных и когнитивных особенностей восприятия информации.

4. Интеграция интеллектуальных систем на основе метавселенной в системы управления обучением для анализа данных о каждом студенте и адаптации учебного процесса под его уникальные потребности.

5. Интеграция технологии "Eye-gaze" («взгляд в глаза») в другие вспомогательные технологии.

Важнейшим компонентом процесса внедрения новых технических и организационных решений для образовательного процесса обучающихся с ограниченными возможностями здоровья выступает реализация междисциплинарного подхода с участием медицинских работников, инженеров, педагогов и самих пользователей.

Полученная информация о мировых тенденциях как разработки вспомогательных средств для применения в сфере образования при работе с лицами, имеющими ограниченные возможности здоровья, так и организационных подходов к их внедрению представляется важной в качестве фактора инициации и возможного ориентира для проведения аналогичных отечественных изысканий, направленных на улучшение процессов реабилитации, абилитации и профессионализации граждан с инвалидностью.

Конфликт интересов: Авторы заявили об отсутствии потенциальных конфликтов интересов в отношении исследования, авторства и / или публикации данной статьи.

Conflict of interests: The authors declared no potential conflict of interests regarding the research, authorship, and / or publication of this article.

Критерии авторства: А. Н. Островский – написание и редактирование статьи. Е. С. Пяткина – анализ литературных источников, написание статьи. А. М. Порошина – сбор, перевод и анализ литературных источников.

Contribution: A. N. Ostrovskii wrote the text and proofread the article. E. S. Pyatkina analyzed the literary sources and wrote the manuscript. A. M. Poroshina collected, translated, and analyzed the sources.

Литература / References

1. Котовская С. В., Воронков Д. И. Взаимосвязь жизнеспособности и личностных особенностей студентов инклюзивного вуза. *Актуальные проблемы правового, экономического и социально-психологического знания: теория и практика*: IV Междунар. науч.-практ. конф. (Донецк, 14 мая 2020 г.) Донецк: Цифровая типография, 2020. С. 343–348. [Kotovskaya S. V., Voronkov D. I. The relationship of resilience and personality characteristics of students of an inclusive university. *Actual problems of legal, economic, and socio-psychological knowledge: Theory and practice*: Proc. IV Intern. Sci.-Prac. Conf., Donetsk, 14 May 2020. Donetsk: Cifrovaya tipografija, 2020, 343–348. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/axskfy>
2. Церфус Д. Н., Корзунин В. А., Иванова Т. В., Шилова И. М. Современные конструкты психологического благополучия и жизнеспособности обучающихся в вузах. *Психопедагогика в правоохранительных органах*. 2023. Т. 28. № 4. С. 372–377. [Tserfus D. N., Korzunin V. A., Ivanova T. V., Shilova I. M. Modern constructs of university students' psychological well-being and vitality. *Psychopedagogics in law enforcement*, 2023, 28(4): 372–377. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24412/1999-6241-2023-495-372-377>
3. Cook A. M., Polgar J. M. *Assistive technologies-e-book: Principles and practice*. Elsevier Health Sciences, 2014, 496.
4. McNicholl A., Desmond D., Gallagher P. Assistive technologies, educational engagement and psychosocial outcomes among students with disabilities in higher education. *Disability and Rehabilitation. Assistive Technology*, 2023, 18(1): 50–58. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1854874>
5. Kisanga S. E., Kisanga D. H. The role of assistive technology devices in fostering the participation and learning of students with visual impairment in higher education institutions in Tanzania. *Disability and Rehabilitation. Assistive Technology*, 2022, 17(7): 791–800. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1817989>
6. Senjam S. S., Foster A., Bascaran C. Barriers to using assistive technology among students with visual disability in schools for the blind in Delhi, India. *Disability and Rehabilitation. Assistive Technology*, 2021, 16(7): 802–806. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1738566>
7. Farhan W., Razmak J. A comparative study of an assistive e-learning interface among students with and without visual and hearing impairments. *Disability and Rehabilitation. Assistive Technology*, 2022, 17(4): 431–441. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1786733>
8. Holyfield C., Brooks S., Schluterman A. Comparative effects of high-tech visual scene displays and low-tech isolated picture symbols on engagement from students with multiple disabilities. *Languages, Speech and Hearing Services in Schools*, 2019, 50(4): 693–702. https://doi.org/10.1044/2019_lshss-19-0007
9. Tegler H., Demmelmaier I., Johansson M. B., Norén N. Creating a response space in multiparty classroom settings for students using eye-gaze accessed speech-generating devices. *Augmentative and Alternative Communication*, 2020, 36(4): 203–213. <https://doi.org/10.1080/07434618.2020.1811758>
10. Svensson I., Nordström T., Lindeblad E., Gustafson S., Björn M., Sand C., Almgren/Bäck G., Nilsson S. Effects of assistive technology for students with reading and writing disabilities. *Disability and Rehabilitation. Assistive Technology*, 2021, 16(2): 196–208. <https://doi.org/10.1080/17483107.2019.1646821>
11. Berner K., Alves A. N. A scoping review of literature using speech recognition technologies by individuals with disabilities in multiple contexts. *Disability and Rehabilitation. Assistive Technology*, 2023, 18(7): 1139–1145. <https://doi.org/10.1080/17483107.2021.1986583>
12. Cadet L. B., Reynaud E., Chainay H. Memory for a virtual reality experience in children and adults according to image quality, emotion, and sense of presence. *Virtual Reality*, 2022, 26(1): 55–75. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00537-y>
13. Almutairi A., Al-Megren S. Preliminary investigations on augmented reality for the literacy development of deaf children. *Advances in visual informatics*: Proc. 5 Intern. Visual Informatics Conf., Bangi, Malaysia, 28–30 Nov 2017. Springer International Publishing, 2017, 412–422. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70010-6_38

14. Quintero J., Baldiris S., Rubira R., Cerón J., Velez G. Augmented reality in educational inclusion. A systematic review on the last decade. *Frontiers in Psychology*, 2019, 13(10). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01835>
15. Chen P.-H., Ho H.-W., Chen H.-C., Tam K.-W., Liu J.-C., Lin L.-F. Virtual reality experiential learning improved undergraduate students' knowledge and evaluation skills relating to assistive technology for older adults and individuals with disabilities. *BMC Medical Education*, 2024, 24. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05085-y>
16. Ventura S., Brivio E., Riva G., Banos R. M. Immersive versus non-immersive experience: Exploring the feasibility of memory assessment through 360 degrees technology. *Frontiers in Psychology*, 2019, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02509>
17. Wohlgenannt I., Simons A., Stieglitz S. Virtual reality. *Business & Information Systems Engineering*, 2020, 62(5): 455–461. <https://doi.org/10.1007/s12599-020-00658-9>
18. Sghaier S., Elfakki A. O., Alotaibi A. A. Development of an intelligent system based on metaverse learning for students with disabilities. *Frontiers in Robotics and AI*, 2022, 6(9). <https://doi.org/10.3389/frobt.2022.1006921>
19. Reeves S. M., Crippen K. J., McCray E. D. The varied experience of undergraduate students learning chemistry in virtual reality laboratories. *Computers & Education*, 2021, 175. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104320>
20. Sun R., Wu Y. J., Cai Q. The effect of a virtual reality learning environment on learners' spatial ability. *Virtual Reality*, 2019, 23(4): 385–398. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0355-2>
21. Hsieh Y. H., Granlund M., Hwang A. W., Hemmingsson H. Feasibility of an eye-gaze technology intervention for students with severe motor and communication difficulties in Taiwan. *Augmentative and Alternative Communication*, 2023, 40(3): 196–207. <https://doi.org/10.1080/07434618.2023.2288837>
22. Borgestig M., Al Khatib I., Masayko S., Hemmingsson H. The impact of eye-gaze controlled computer on communication and functional independence in children and young people with complex needs – A multicenter intervention study. *Developmental Neurorehabilitation*, 2021, 24(8): 511–524. <https://doi.org/10.1080/17518423.2021.1903603>
23. Karlsson P., Griffiths T., Clarke M. T., Monbaliu E., Himmelmann K., Bekteshi S., Allsop A., Pereksles R., Galea C., Wallen M. Stakeholder consensus for decision making in eye-gaze control technology for children, adolescents and adults with cerebral palsy service provision: Findings from a Delphi study. *BMC Neurology*, 2021, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12883-021-02077-z>
24. Dhondt A., Van Keer I., Van der Putten A., Maes B. Communicative abilities in young children with a significant cognitive and motor developmental delay. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities: Jarid*, 2020, 33(3): 529–541. <https://doi.org/10.1111/jar.12695>
25. Tsai M.-J. Augmentative and alternative communication service by speech-language pathologists in Taiwan. *Communication Disorders Quarterly*, 2019, 40(3): 176–191. <https://doi.org/10.1177/1525740118759912>
26. Kiyota K., Ishibashi T., Shimakawa M., Ito K. Effects of social implementation education for assistive device engineers at NIT (KOSEN) through the development of a digital reading device for the visually impaired. *Sensors (Basel)*, 2022, 22(3). <https://doi.org/10.3390/s22031047>