

**О. Д. Ларина, О. С. Орлова,
М. В. Дегтярева**
Москва, Россия

**O. D. Larina, O. S. Orlova,
M. V. Degtyareva**
Moscow, Russia

ЦИФРОВАЯ ТЕРАПИЯ — ИННОВАЦИОННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ЛОГОПЕДИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

DIGITAL THERAPEUTICS AS AN INNOVATIVE AREA OF LOGOPEDIC WORK

Аннотация. В статье рассматривается перспективное направление цифровой терапии (ЦТ) в восстановлении речевой функции у пациентов с афазией. Анализируются подходы и принципы цифровой терапии, функциональные особенности технологий, применяющихся в данной сфере, их возможности, ограничения и риски. Дается обзор мировой ситуации с оценкой клинической эффективности ЦТ. Проанализированы электронные базы «Cochrane», «Pubmed», «PsycINF» для отбора систематических обзоров и рандомизированных исследований, посвященных цифровой терапии пациентов с афазией, включая как клиническую, так и экономическую эффективность применения компьютерных программ в России и за рубежом. Разработан список критериев, по которым проанализирован функционал программ, представленных в вышеуказанных обзорах. Проанализирована их направленность и область применения по каждому из аспектов речи. Доказан высокий потенциал использования цифровой терапии в рамках нейрореабилитации пациентов с афазией. Выявлена недостаточность качественных исследований, подтверждающих эффективность применения технологий для больных с афа-

Abstract. The article deals with the promising area of digital therapeutics for rehabilitation of the speech function in patients with aphasia. The authors analyze the approaches and principles of digital therapeutics and the functional specificity of the technologies used in this sphere, their potential opportunities, limitations and risks. A review of the world situation accompanied by an assessment of the clinical effectiveness of digital therapeutics is also given. The authors have analyzed Cochrane, Pubmed, and PsycINF data bases to select systematic reviews and randomized studies dealing with digital therapeutics of patients with aphasia, including both clinical and economic effectiveness of the use of computer programs in Russia and abroad. The study suggests a list of criteria to analyze the functional potential of the programs presented in the reviews named above. It analyzes their orientation and area of application with relation to each aspect of speech. The study testifies to the high efficiency of digital therapeutics for neurorehabilitation of patients with aphasia. The authors have discovered lack of high-quality research proving the efficiency of the technology in the treatment of patients with aphasia and demonstrating its positive role in the communication

зий, а также их роль в улучшении коммуникативных возможностей пациентов.

Ключевые слова: афазия; дополненная альтернативная коммуникация; компьютерные программы; компьютерные приложения; нейрореабилитация; цифровая терапия; цифровые технологии; логопедическая работа; педагогические инновации; инновационные технологии.

Сведения об авторе: Ларина Ольга Даниловна, нейрореабилитолог, логопед высшей категории.

Место работы: доцент кафедры логопедии, ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет»; старший научный сотрудник научного центра медицинской реабилитации ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» Федерального медико-биологического агентства России, президент АНО «Логопедический информационно-консультативный центр», член Комитета по образованию Общероссийской общественной организации содействия развитию медицинской реабилитации «Союз реабилитологов России», член Российского общества психиатров.

Контактная информация: 117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, 1, стр. 10.

E-mail: oldanlar@gmail.ru.

Сведения об авторе: Орлова Ольга Святославна, доктор педагогических наук, профессор.

Место работы: профессор кафедры логопедии, ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет» (МПГУ); ведущий научный сотрудник отдела медицинской реабилитации ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехно-

logical opportunities of the patients.

Keywords: aphasia; augmentative and alternative communication; computer programs; applications; neurorehabilitation; digital therapeutics; digital technologies; logopedic work; pedagogical innovations; innovative technologies.

About the author: Larina Ol'ga Daniilovna, Neurorehabilitation Specialist, Senior Logopedist.

Place of employment: Associate Professor of Department of Logopedics, Moscow State Pedagogical University; Senior Researcher of Science centre for medical rehabilitation "Federal Brain and Neurotechnologies Centre", Federal Medical-Biological Agency of Russia; President of "Logopedic Information Consulting Centre"; Member of the Education Committee, Russian Social Organization for assistance in medical rehabilitology development "Union of Russian Rehabilitators"; Member of "The Russian Society of Psychiatrists".

About the author: Orlova Ol'ga Svyatoslavna, Doctor of Pedagogy, Professor.

Place of employment: Leading Researcher, "The National Medical Research Centre for Otorhinolaryngology of the Federal Medical-Biological Agency of Russia"; Leading Researcher of the Science centre for medical rehabilitation "Federal Brain and Neuro-

гий Федерального медико-биологического агентства); главный научный сотрудник ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр оториноларингологии Федерального медико-биологического агентства» (ФГБУ НМИЦО ФМБА России).

Контактная информация: 117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, 1, стр. 10.

E-mail: os_orlova@mail.ru.

Сведения об авторе: Дегтярева Мария Валерьевна, логопед.

Место работы: слушатель программы «Логопедия», Институт детства, ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет».

Контактная информация: 119571, Россия, Москва, пр-т Вернадского, 88.

E-mail: degtm@yandex.ru.

Введение

По данным ВОЗ, в мире фиксируется 13,7 млн инсультов в год [25]. Одним из важнейших факторов инвалидизации после инсульта является афазия. Пациенты с афазией получают, как правило, первую и вторую группу инвалидности и лишаются возможности работать. Существует ряд проблем, связанных с реабилитацией таких пациентов — в частности, это низкий уровень доступности квалифицированной логопедической помощи для определенных категорий больных. Отмечается недостаточное количество мест в реабилитационных центрах, где пациенты

technologies Centre”, Federal Medical-Biological Agency of Russia; Professor of Department of Logopedics, Moscow State Pedagogical University.

About the author: Degtyareva Mariya Valer'evna, Logopedist.

Place of employment: Attendee of the Speech Therapy Courses, Moscow State Pedagogical University.

имеют возможность пройти курс логопедических занятий по системе высокотехнологичной медицинской помощи (ВМП). Это касается в первую очередь нестоллических регионов. Так, например, в Самаре, где ежегодно регистрируется 9 тысяч случаев острого нарушения мозгового кровообращения, на 2018 г. не было ни одного центра, оказывающего помощь пациентам после инсульта по ВМП [4]. В результате эпидемии COVID-19 объем оказания ВМП снизился на 10 % за первые десять месяцев 2020 г. по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года [3]. Госпитализация больного, который проходит реабилитацию после ин-

сульта по ВМП, длится 14 дней. Восстановление же речевой функции, по разным оценкам, занимает от 2—6 лет и более еженедельных занятий [5]. С повышением уровня компьютеризации населения и проникновения интернет-технологий, с учетом сложившейся эпидемиологической ситуации становится все более актуальным вопрос применения дистанционных компьютерных технологий в логопедической работе.

Исследования в этом направлении проводятся с конца прошлого века. В 1970 г. американские ученые Одри Голланд и Джек Мэтьюс использовали термин «обучающие машины» в первом докладе, посвященном применению цифровых технологий для улучшения коммуникативных навыков [23]. В 80—90-х появление персональных компьютеров (ПК) открыло новые возможности для афазиологов.

Так, в 1987 г. Кэролин Брюс и Дэвид Говард провели исследование, в ходе которого 5 пациентов с афазией Брока тренировали функцию называния с помощью компьютера, который подсказывал им первые фонемы [12]. В 1996 г. пациентам с афазией, имеющим трудности понимания логико-грамматических структур, удалось улучшить этот компонент за счет выполнения упражнений на компьютере — им

предлагалось собрать сочетание картинок, соответствующих определенной фразе, либо собрать предложения, соответствующие заданной картинке [16]. В настоящее время в рамках работы с пациентами с афазией все чаще применяется термин «цифровая терапия» (ЦТ).

О цифровой терапии

Цифровая терапия как направление в клинической практике начало формироваться несколько лет назад. В 2017 году в США впервые было прописано в терапевтических целях использование мобильного приложения для лечения наркотического расстройства. Приложение было одобрено Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (FDA) Министерства здравоохранения и социальных служб США. Прецедент обусловил необходимость формирования подходов к стандартизации, оценке эффективности и безопасности компьютерных программ и приложений, применяющихся в медицине в условиях развития технологий. С этой целью было создано некоммерческое объединение «Международный альянс цифровой терапии». Организация определяет ЦТ как терапевтическое воздействие с использованием ИТ-технологий, нацеленное на профилактику и лечение заболе-

ваний, а также восстановление нарушенных функций организма [19]. Концепция ЦТ применяется к приложениям, компьютерным программам, цифровым помощникам, системам виртуальной реальности. Технологии подразделяются на 3 категории: а) программы для излечения заболеваний; б) программы для управления состоянием при хронических заболеваниях; в) программы для улучшения функций здоровья. В зависимости от категории к продуктам цифровой терапии применяются различные требования (например, продукты категории *a* могут использоваться только по рецепту). Для того чтобы официально применяться в клинической практике, все цифровые продукты, в том числе и речевые программы, должны быть одобрены местным регулятором. Программы, прошедшие сертификацию, имеют допуск в систему медицинского страхования, пациенты могут получать финансовое возмещение за их использование (так это работает, например, в США и Германии).

В этой связи рассмотрим подробнее критерии юридического одобрения компьютерных программ. Из ключевых параметров — необходимость соответствовать требованиям по защите информации о пациентах. В Америке медицинские сервисы и приложения соответствуют стандартам

HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability Act) — это набор правил по соблюдению конфиденциальности и обеспечению безопасности данных о пациентах. В России защита персональной информации регулируется приказом «Об утверждении Порядка обезличивания сведений о лицах, которым оказывается медицинская помощь, а также о лицах, в отношении которых проводятся медицинские экспертизы, медицинские осмотры и медицинские освидетельствования».

Все IT-продукты, одобренные для применения в медицинской практике, проходят клиническую апробацию. Согласно международному стандарту IEC 62304, они подразделяются на 3 класса: класс А — программы, которые не могут повредить здоровью, класс В — программы, которые могут нанести незначительный вред здоровью, класс С — программы, применение которых может привести к смерти или нанести серьезный вред здоровью. Чем выше риск, тем выше требования, применяемые к клиническим испытаниям программ. В то же время отмечается ряд сложностей с оценкой эффективности таких технологий — недостаток «золотого стандарта» проведения исследований в этом направлении. Кроме того, компьютерные программы и приложения постоянно обновляются,

в результате могут технически измениться еще до того, как апробация будет завершена. Фиксируется мало исследований, определяющих оптимальную «дозу» цифровой терапии, считается, что компьютерные программы безопасны, но долгосрочные эффекты не оценивались [15]. Все это осложняет процесс внедрения этих технологий в клиническую практику. Так, в США — а это один из крупнейших рынков цифровой терапии — было найдено только одно приложение для оказания логопедической помощи, которое находится на стадии сертификации FDA [20].

Методы

Были проанализированы медицинские материалы с использованием электронных баз «Cochrane», «Pubmed», «PsycINFO» для поиска исследований, посвященных цифровой терапии пациентов с афазией. Поиск велся по следующим ключевым словам: *digital therapeutics*, *digital therapy* (цифровая терапия), *aphasia* (афазия), *digital health technologies* (цифровые медицинские технологии), *computer programs* (компьютерные программы), *apps* (приложения), AAC (дополненная альтернативная коммуникация). Релевантные статьи проверялись на предмет цитируемости, выделялись первоисточники. Используются ма-

териалы 2011—2021 гг. Для анализа функционала были отобраны программы, представленные в вышеуказанных обзорах, доступные на русском или английском языках, ориентированные на логопедическую работу со взрослыми пациентами с афазией. Были исключены программы, которые создавались только как инструмент для исследований, а также те, которые в настоящее время не функционируют либо находятся в закрытом доступе. Мы проанализировали функционал отобранных программ, их направленность, область применения по каждому из аспектов речи.

Современные технологические разработки, применяющиеся для пациентов с афазией, отвечают двум подходам: **первый** нацелен на восстановление речевой функции; **второй** подход призван обеспечить пациенту возможности коммуницировать любыми средствами и предполагает использование устройств альтернативной коммуникации — AAC (*augmentative and alternative communication*).

В таблицах 1 и 2 приведены программы по обоим направлениям.

Технологии для восстановления речевой функции

Технологии для восстановления речевой функции предпола-

гают работу над экспрессивной, импрессивной речью, чтением и письмом и включают как компьютерные программы, так и приложения для планшетов и смартфонов. Нами были проанализированы 118 компьютерных программ, доступных на английском и русском языках. Из них 54 предназначены для работы на ПК, 85 — для работы на планшете и смартфоне. В обзор включены 12 программ, соответствующих описанным выше критериям отбора. Из них 4 программы узконаправлены, 8 — ориентированы на восстановление речевой функции в целом. Работа программ основана на предъявлении пациенту стимулов с системой обратной связи. В ряде случаев пациенту предъявляются подсказки с определенной иерархией сложности. Задания структурированы по принципу регулярного повторения, которое, согласно исследованиям, приводит к более высоким результатам [26]. Программы предполагают как самостоятельное использование пациентом, так и совместную работу с логопедом (речевым терапевтом). В ряде программ делается акцент на восстановлении бытовых речевых навыков.

Например, в приложении «Constant Therapy» пациенту предлагается оценить достоинство купюры, прослушать и понять смысл голосового сообщения, решить, как обновить рецепт лекарства. Приложение позволяет создать личный кабинет как для пациента, так и для логопеда. Речевой терапевт может отслеживать динамику выполнения заданий, формировать программу восстановительного обучения, собирать данные о выполнении заданий несколькими пациентами одновременно. Программа работает на базе технологии искусственного интеллекта — собирает информацию о статусе и качестве выполнения заданий пациентами в режиме реального времени и адаптирует под них уровень сложности и тип упражнений.

Приложения «Tactus Therapy» позволяют речевому терапевту вручную кастомизировать упражнения под задачи пациента, выбирать категорию сложности, тематику, типы предъявляемых пациенту подсказок, количество попыток. По итогам выполнения упражнения программа автоматически генерирует отчет об успеваемости пациента и отправляет речевому терапевту. Тот же функционал доступен и пациенту.

Таблица 1

Обзор компьютерных программ и приложений для восстановления речевой функции

Название (1)	Язык (2)	Устройства (3)	Направленность (4)	Личный кабинет (5)	Кастомизация упражнений (6)	Звуковое сопровождение (7)	Функция распознавания речи (8)	Автоматический отчет о выполнении заданий (9)
Naming Therapy	английский, французский, немецкий, испанский	смартфон, планшет iOS, Android	Номинативная функция	нет	да	да	нет	да
Reading Therapy	английский, французский, немецкий, испанский	смартфон, планшет iOS, Android	Чтение (глобальное)	нет	да	да	нет	да
Writing Therapy	английский, французский, немецкий, испанский	смартфон, планшет iOS, Android	Письмо	нет	да	да	нет	да
Comprehension Therapy	английский, французский, немецкий, испанский	смартфон, планшет iOS, Android	Понимание значений слов	нет	да	да	нет	да
Constant Therapy	английский	смартфон, планшет iOS, Android, Amazon Kindle Fire	Экспрессивная, импрессивная речь, чтение, письмо, когнитивные процессы	да	да	да	да	да

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
TalkPath Therapy	английский	ПК (онлайн) планшет iOS	Экспрессивная, импрессивная речь, чтение, письмо	да	нет	да	нет	да
StepByStep	английский	ПК, планшет Windows	Называние, понимание значений слов, письмо, повторение, память	да	да	да	да	да
Solominka@	русский	ПК Windows	Импрессивная, экспрессивная речь, чтение, письмо	да	да	да	нет	да
Parrot Software	английский, испанский	(онлайн) ПК, планшет, смартфон iOS, Windows, Android	номинативная функция, логико-грамматические структуры, чтение, понимание прочитанного, бытовые речевые навыки, устная речь	да	нет	да	да	да
MoreSpeech	английский, испанский	ПК Windows (онлайн) ПК, смартфон, планшет, iOS, Android	экспрессивная, импрессивная речь, чтение, письмо	да	нет	да	нет	да
React2	английский	ПК, планшет iOS, Windows	аудирование, чтение, понимание значений слов, память	да	да	да	нет	да
Listen In	английский	планшет Android	понимание значений слов, память	нет	нет	да	нет	да

Таблица 2
Обзор компьютерных программ альтернативной коммуникации для пациентов с афазией

Название	Язык	Устройства	Функционал	Технологии	Направленность
AlphaTopics	английский	смартфон, планшет iOS, Android	Имеется панель с буквами, цифрами, кнопками «да / нет». Если нажать на кнопку, букву или цифру, голос произнесет это. Также есть блок с различными разговорными темами, содержащий опорные слова, картинки. Возможность добавлять свои темы в библиотеку. В отдельном блоке можно рисовать и писать.	интерактивная доска — touchscreen — голосовое сопровождение	— компенсация дефицитов
Proloquo2Go	английский, французский, испанский, голландский	ПК, смартфон, планшет, часы iOS	Панель с пиктограммами и картинками с подписями: обозначены существительные, прилагательные, глаголы, местоимения в разных формах. При наборе предложения всплывает панель с вариантами форм слова. Словарь из 10 000 слов, кастомизируется под пользователя	touchscreen — голосовое сопровождение	— компенсация дефицитов — восстановительное обучение
Speak Yourself	английский	планшет, iOS	Панель с пиктограммами и картинками с подписями. Словарь кастомизируется под пользователя, объем до 13 000 слов	touchscreen — голосовое сопровождение	— компенсация дефицитов
TouchSpeak	голландский	смартфон, планшет iOS, Android	Есть пиктограммы, фото, помощник для составления предложений и сообщений, с голосовым сопровождением. Словарь кастомизируется под пользователя, включает слова, фотографии, картинки, предложения	touchscreen — голосовое сопровождение	— компенсация дефицитов

Продолжение таблицы 2

Название	Язык	Устройства	Функционал	Технологии	Направленность
SentenceShaper	английский, голландский	ПК, планшет iOS, Windows	Панель с пиктограммами, фотографиями, надписями, обозначающими различные части речи. Словарь кастомизируется под пользователя, можно записать (аудио)слова самостоятельно. Пиктограммы обозначают определенные части слова. Если выбрано неправильное слово, можно нажать кнопку и система предложит другой вариант (https://sentenceshaper.com/)	— touchscreen — голосовое сопровождение — аудиозапись голоса	— компенсация дефицитов — восстановительное обучение
Lingphica AAC Devices	английский	программа под специальное устройство	Панель с пиктограммами, картинками, фотографиями, которые могут обозначать как слова, так и фразы. Кастомизация словаря под задачи пациента. Возможность организации словаря по категориям. Также есть клавиатура, фотокамера. Библиотека содержит видеопражнения для восстановления речи, видео с артикуляционными позами, можно произносить определенные гласные и согласные звуки, слоги, слова, фразы, предложения	— интерактивная доска — touchscreen — голосовое сопровождение	— компенсация дефицитов — восстановительное обучение
TalkRocket Go	английский, французский	планшет, iOS	Панель с фотографиями, надписями. Словарь кастомизируется под пользователя. Приложение использует технологию GPS, предлагает пользователю набор иконок в соответствии с его местонахождением	— touchscreen — голосовое сопровождение — GPS	— компенсация дефицитов — восстановительное обучение

Название	Язык	Устройства	Функционал	Технологии	Направленность
Rocket Keys	английский	планшет, iOS	Панель с буквами и словами, функция угадывания предложений и фраз, современный словарь, основанный на твитах. Адаптировано для людей с моторными трудностями, а также незрячих людей. Возможность выбирать разные типы голосов, скорость, тембр для голосового сопровождения	touchscreen – голосовое сопровождение	– компенсация дефицитов
Snap Core First	китайский, чешский, датский, голландский, английский, финский, французский, немецкий, исландский, итальянский, японский, норвежский, португальский, шведский, испанский	ПК, планшет iOS, Windows	Панель с пиктограммами, картинками, фотографиями с надписями, категории словаря, возможность кастомизации под пациента. Часто используемый словарь помещен на левую часть экрана, поскольку пациенты после инсульта часто не видят правую часть. Шкала — функция, которая позволяет быстро дать реакцию на что-то (например, шкала боли); также кастомизируется под пациента	touchscreen – голосовое сопровождение – интерактивная доска	– компенсация дефицитов – восстановительное обучение

Ряд программ оснащен технологией распознавания речи. В программе «StepByStep» данная технология используется для тренировки номинативной функции и удержания нескольких звуков. Пациенту предлагается назвать вслух, что изображено на картинке, если ответ правильный, загорается следующая картинка, если снова правильно, предлагается последовательно назвать уже две картинки. В программу встроена система тестирования, позволяющая оценить динамику пациента и его способность к генерализации.

Программа «Listen In» использует игровые механики для тренировки функции понимания значений слов, хотя и рассчитана на взрослых — пациент переходит от уровня к уровню, выполняя определенные задания.

Технологии альтернативной коммуникации

Технологии альтернативной коммуникации работают в двух направлениях — восстановление речевой функции и компенсация коммуникативных дефицитов. В этом случае цель — наладить коммуникацию невербальными инструментами, доступными пациенту в соответствии с его потребностями и задачами [34]. Из отобранных нами 9 программ альтернативной коммуникации 1 работает только в рамках спе-

циального устройства, 8 совместимы с планшетами и смартфонами, 3 также функционируют на десктопе.

Приложение «TalkRocket Go» использует технологию GPS и само предлагает пользователю набор иконок, соответствующих определенным озвученным фразам в зависимости от его местонахождения.

Программа «TouchSpeak» персонально адаптируется под каждого пациента: в библиотеку загружаются материалы в соответствии с лексическими категориями, необходимыми конкретному больному в быту. Это могут быть фотографии родственников, пиктограммы, слова, фразы. Программа оснащена функцией звукового сопровождения, компенсирующей речевые трудности пациента.

Подобным функционалом обладает и программа «Proloquo2Go». С ее помощью можно использовать не только существительные, но и глаголы, прилагательные, местоимения. При наборе предложения программа сама предлагает варианты форм слов.

Программы «Lingraphica» используются не только для компенсации дефицитов, но и для тренировки речевой функции. Библиотека содержит видеопражнения для восстановления речи у больных с афазией и задания на понимание текстов. Име-

ется библиотека видео с артикуляционными позами, можно произносить определенные гласные и согласные звуки, слоги, слова, фразы, предложения.

В программу «Alpha Topics» встроена технология «интерактивной доски», которая позволяет пациенту написать или нарисовать то, что он хочет сказать.

Программа «SentenceShaper» оснащена функцией голосовой записи. Пациент может записывать слова, присваивать им определенные кнопки (пиктограммы) и составлять из них предложения. Эта функция предлагается для использования речевым терапевтом в восстановительной работе.

Преимущества и риски применения цифровой терапии для восстановления речевой функции

К основным преимуществам использования цифровой терапии для восстановления речевой функции относится, в первую очередь, фактор доступности. При этом пожилой возраст и удаленность места жительства, которые традиционно считаются препятствием к использованию ИТ-технологий, не всегда играют заметную роль. В 2020 г. было опубликовано исследование американских ученых, в рамках которого проанализирован опыт использования приложения «Constant Therapy» 2850 пациентами [29].

В среднем пациент проходил обучение в речевой программе 8,6 недели с частотой раз в полтора дня. Однако больные в возрасте от 51 до 70 лет предпочитали тренироваться чаще (в среднем на 5,01 больше сессий), чем пациенты 50 лет и младше. Пациенты в отдаленных регионах, не имеющие доступа к высококачественной клинической помощи, использовали технологии активнее (в среднем на 11,54 сессий больше), чем жители больших городов. Стоит отметить, что подобное исследование в русскоязычной среде не проводилось.

Применение компьютерных программ дает возможность заниматься в течение длительного периода, регулировать время занятий и их интенсивность. Интенсивность и регулярность тренировок являются составляющими успешности восстановления речи [10].

В 2020 г. было опубликовано британское исследование, в рамках которого рассчитывалась экономическая эффективность тренировок номинативной функции с использованием компьютерной программы в дополнение к традиционным очным занятиям в сравнении с традиционными очными занятиями без применения технологий. В исследовании участвовали 278 пациентов с афазией разной степени, перенесших инсульт более года назад, наблю-

дения проводились в течение 2 лет. Рассчитывался показатель ICER — соотношение показателя затрат на одно дополнительное вмешательство с использованием технологий (занятия в компьютерной программе + классические занятия с логопедом) к показателю QALY (соотношение продолжительности и качества жизни). В Великобритании применение медицинской технологии считается экономически оправданным, если ICER не выше 39 035 долларов за один «качественный год жизни» (QALY). Для компьютерных занятий в дополнение к обычным этот показатель составил 34,029 доллара при условии, что с их внедрением сокращается время работы логопеда с пациентом. При этом для пациентов со средней и легкой степенью афазии ICER был ниже, чем для пациентов с грубой степенью афазии [28]. То есть применение технологий для пациентов со средней и легкой степенью афазии более экономически выгодно. В то же время, как подчеркивают авторы, неясно, ведет ли применение технологий в сочетании с традиционной терапией к повышению качества жизни (QALY) пациента. По итогам исследования функция называния у пациентов, которые тренировались в компьютерной программе, улучшилась, однако повышения показателей, отражающих качество

коммуникации пациента в целом, отмечено не было [28].

Цифровые технологии дают возможность удобного хранения данных и доступа к ним, что позволяет, например, эффективно отслеживать динамику состояния пациентов. Однако с этим связан и один из рисков использования таких средств — возникает вопрос защиты информации в отсутствие четкого юридического статуса компьютерных программ и законодательно зафиксированной необходимости следовать медицинской этике о частной информации пациента, что открывает разработчикам технологий возможность продавать данные больных третьим лицам [36].

Риски также связаны с недостаточным количеством крупных клинических исследований, подтверждающих эффективность применения цифровой терапии для восстановления речевой функции у пациентов с афазией. Только 3 из 21 программы, вошедшей в обзор, участвовали в исследованиях с выборкой более 200 пациентов. В остальных случаях выборка составляет от 5 до 51 пациента. Стоит также отметить неоднородность методов, плана исследований, детализации данных пациентов и подходов к оценке результатов, что не позволяет провести метаанализ материалов. Рандомизированные исследования демонстрируют эффективность использования про-

грамм — отмечаются улучшения речевой функции в целом [35] и отдельных показателей, таких как спонтанная речь, понимание речи, называние, повторная речь [11; 21]. Также отмечено, что улучшения не зависели от времени, прошедшего после инсульта [28]. Для большинства исследований наличие улучшений коммуникации у пациентов не определено или же указывается, что никаких улучшений в этом направлении не зафиксировано. В систематическом обзоре немецких ученых, которые проанализировали показатели эффективности использования компьютерной терапии, также отмечается недостаточность данных о том, насколько улучшения языковой функции отражаются на качестве коммуникации пациента [23].

Исключение составляет исследование 2019 г., по результатам которого отмечено повышение социально-коммуникативного потенциала у пациентов с различными формами афазии в результате использования программы «Логопедическая SoLominKa». В эксперименте участвовали 242 человека от 18 до 74 лет, которые проходили реабилитацию в Федеральном научно-клиническом центре реаниматологии и реабилитологии (ФНКЦ РР), а также в ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» (ФЦМН) ФМБА Рос-

сии [2].

Стоит также отметить исследование с использованием коррекционно-диагностической компьютерной программы «Восстановление речи», которое проводилось в 2007—2013 г. на базе «Центра патологии речи и нейрореабилитации Департамента здравоохранения Москвы». Программа нацелена на расширение речевых возможностей и восстановление коммуникативных навыков. В апробации системы принимали участие 60 пациентов в возрасте 18—75 лет с моторной афазией афферентного и эфферентного типа. По итогам использования программы в рамках коррекционной работы отмечено восстановление глобального чтения, связи «артикулема — графема», звуко-буквенного анализа, навыков письма. Кроме того, зафиксировано повышение активности у больных, степени критичности, улучшение навыков самоконтроля, появление интереса к занятиям [1].

В 2020 г. ученые Университета Квинсленда (Австралия) провели исследование, в ходе которого поставили себе целью проанализировать все имеющиеся приложения, подходящие для работы с афазией [39]. Из всех приложений «Google Play Store» и «Apple App Store» были отобраны 70: 43 — для восстановления речевой функции, 17 прило-

жений для работы с речью, 8 — для восстановления когнитивных функций, 6 — для голоса, 5 — для отработки артикуляции. Логопедами были проанализированы эти приложения по стандартизированной методике «Mobile App Rating Scale» (MARS), которая используется для оценки качества медицинских IT-продуктов [37]. Шкала MARS учитывает 23 параметра следующих категорий: вовлеченность пользователей, функциональность, визуальное оформление, качество информации и методической базы. Наиболее высокие показатели по MARS были присвоены следующим приложениям: «Naming Therapy», «Speech Flipbook», «Number Therapy», «Answering Therapy» и «Constant Therapy». В систематическом обзоре подчеркивается недостаточность качества исследований, демонстрирующих выгоды от использования приложений при работе с пациентами с афазией. Только 3 из 10 приложений, получивших наиболее высокий рейтинг, позиционируются как программы, основанные на методиках с доказанной эффективностью. При этом были найдены только 2 исследования, подтверждающих эффективность использования самих приложений.

Вывод о недостаточности доказательной базы делается и в систематическом обзоре, подго-

товленном еще одной группой австралийских авторов в 2015 г. Оценивалась эффективность применения компьютерной терапии по сравнению с отсутствием какого-либо воздействия и с классическими логопедическими занятиями. В обзор вошли 7 материалов. Анализ эффективности компьютерной логотерапии в сравнении с отсутствием логопедической помощи обозначил статистически значимые улучшения речевой функции у пациентов с последствиями поражения головного мозга. Материалы, в которых сравнивалась результативность компьютерной и классической системы логопедических занятий, не обозначили статистически значимой разницы между результатами в двух группах [13].

Аргентинские исследователи подготовили систематический обзор, посвященный использованию технологий альтернативной коммуникации для компенсации дефицитов, а также для восстановления речевой функции. В обзор вошли 30 исследований с участием 250 пациентов с афазией, преимущественно моторной. Компенсаторные стратегии предполагали следующие направления: телефонные разговоры, бытовые вопросы, беседа, онлайн-коммуникация, переписка. Восстановительное обучение с помощью ААС было ориентировано на тренировку таких функций,

как название, повторение, категоризация. На основе проанализированных материалов авторы делают вывод о том, что программы альтернативной коммуникации являются полезным инструментом повышения коммуникативных возможностей пациентов с афазией, в то же время отмечается ряд открытых вопросов. Так, в 4 из 30 работ проанализирована эффективность использования ААС в быту: в 3 зафиксировали улучшение в бытовой коммуникации, в 1 — нет. В 13 исследованиях изучалось применение ААС в условиях только стационара, еще в 13 — в условиях и стационара, и дома. В 2 из них не было отмечено положительной динамики коммуникации пациентов. Авторы только 5 исследований отмечали удобство использования программы для пациентов с афазией и их готовность применять ее в повседневной жизни. Из 22 пациентов, использовавших программу «TouchSpeak» в ходе тестирования ее эффективности, 5 не стали применять программу в быту по окончании исследования. Авторы также ставят вопрос об участии сопровождающих лиц в процессе реабилитации больных с нарушениями речи. Приводится материал по результатам работы с программой «TalksBac», включающий анализ мнений о программе не только пациентов, но и

их помощников. Несмотря на предварительный инструктаж и обучение, сопровождающим было трудно идентифицировать, какую информацию нужно загрузить в программу, чтобы пациенту было удобно общаться. Авторы заключили, что партнерам пациентов по коммуникации требуется больше помощи в работе с вышеуказанной технологией [34].

Выводы

Использование цифровой терапии в качестве дополнения к стандартному восстановительному обучению является перспективным направлением в нейрореабилитации пациентов с афазией в условиях растущего проникновения интернет-технологий, а также с учетом текущей эпидемиологической ситуации. Функционал таких программ расширяет возможности логопедической работы и коммуникативной активности пациентов, а также их социализации. Анализ показал необходимость масштабных качественных исследований, подтверждающих эффективность применения новых технологий восстановления речи у пациентов с афазией, а также их влияние на улучшение не только речевой функции, но и коммуникативных возможностей пациентов.

Результаты анализа могут быть использованы в практике разработки цифровых технологий

и их совершенствования.

Литература

1. Ларина, О. Д. Информационные технологии в системе логопедической реабилитации больных с афазией / О. Д. Ларина. — Текст : непосредственный // Голос и речь. — 2014. — № 2 (12). — С. 51—64.

2. Ларина, О. Д. Интерактивные средства стимуляции социально-коммуникативного потенциала больных с афазией / О. Д. Ларина. — Текст : непосредственный // Специальное образование. — 2019. — № 3.

3. Мыльников, М. В 2020 году объем оказания ВМП снизился на 10 % / М. Мыльников. — Текст : электронный // Vademecum. — URL: <https://vademecum.ru/news/2020/12/07/v-2020-godu-obem-okazaniya-vmp-snizilsya-na-10/> (дата обращения: 03.2021).

4. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 27 августа 2018 г. № 560н «Об утверждении перечня федеральных государственных учреждений, оказывающих высокотехнологичную медицинскую помощь, не включенную в базовую программу обязательного медицинского страхования, гражданам Российской Федерации, на 2019 год». — Текст : непосредственный.

5. Сафронова, М. Н. Прогнозирование восстановления афатических нарушений в остром периоде ишемического инсульта и их комбинированная нейропротекция / М. Н. Сафронова. — Кемерово, 2018. — С. 5. — Текст : непосредственный.

6. Abbadessa, G. Digital therapeutics in neurology / G. Abbadessa, F. Brigo, M. Clerico [et al.]. — Text : electronic // J. Neurol. (2021). — URL: <https://doi.org/10.1007/s00415-021-10608-4>.

7. Anderson, K. / Kate Anderson, Michelle Boisvert, Janis Donseki-Nicol, Michelle Gutmann, Nerissa Hall, Cynthia Morelock, Richard Steele, Ellen Cohn. — Text : unmediated // Tele-AAC resolution. International Journal of Telerehabilitation. — 2012. — No 4. — P. 79—81. — DOI 10.5195/ijt.2012.6106.

8. Ball, A. L. Exploring Treatment Fidelity in Persons With Aphasia Autonomously Practicing With Computerized Therapy Materials / A. L. Ball, M. de Riesthal, R. D. Steele. — Text : unmediated // Am. J. Speech Lang. Pathol. — 2018. — Mar 1. — No 27 (1S). — P. 454—463. DOI 10.1044/2017_AJSLP-16-0204. — PMID: 29497755.

9. Baxter, S. Interventions Using High-Technology Communication Devices: A State of the Art Review / S. Baxter, P. Enderby, P. Evans, S. Judge. — Text : unmediated // Folia Phoniatr Logop. — 2012. — No. 64. — P. 137—144. — DOI 10.1159/000338250.

10. Brady, M. C. Speech and language therapy for aphasia following stroke / M. C. Brady, H. Kelly, J. Godwin, P. Enderby, P. Campbell. — Text : electronic // Cochrane Database of Systematic Reviews. — 2016. — Issue 6. — Art. No.: CD000425. — DOI: 10.1002/14651858.CD000425.pub4. — Accessed 24 June 2021.

11. Braley, M. A Virtual, Randomized, Control Trial of a Digital Therapeutic for Speech, Language, and Cognitive Intervention in Post-stroke Persons With Aphasia / M. Braley, J. S. Pierce, S. Saxena, E. De Oliveira, L. Tarabonta, V. Anantha, S. E. Lakhani, S. Kiran. — Text : unmediated // Front. Neurol. — 2021. — No 12. — P. 626—780. — DOI 10.3389/fneur.2021.626780.

12. Bruce, C. Computer-generated phonemic cues: an effective aid for naming in aphasia / C. Bruce, D. Howard. — Text : electronic // International Journal of Language & Communication Disorders. — 1987. — No 22. — P. 191—201. — URL: <https://doi.org/10.3109/13682828709019862>.

13. Carmen, Zheng Effect of computer therapy in aphasia: a systematic review / Carmen Zheng, Lauren Lynch, Nicholas Taylor. — Text : unmediated // Aphasiology. — 2016. — No 30. — P. 2—3, 211—244. — DOI 10.1080/02687038.2014.996521.

14. Choi, Mi Joo. “Digital Therapeutics: Emerging New Therapy for Neurologic Deficits after Stroke” / Choi Mi Joo [et al.]. — Text : unmediated // Journal of stroke. — 2019. — Vol. 21. — Iss. 3. —

- P. 242—258. — DOI 10.5853/jos.2019.01963.
15. Chung, Jae-Yong. Digital therapeutics and clinical pharmacology / Chung Jae-Yong. — Text : unmediated // *Translational and Clinical Pharmacology*. — 2019. — 27. 6. 10.12793/tcp.2019.27.1.6.
16. Crerar, M. A. Remediation of sentence processing deficits in aphasia using a computer-based microworld / M. A. Crerar, A. W. Ellis, E. C. Dean. — Text : unmediated // *Brain Lang*. — 1996. — Jan. — No 52 (1). — P. 229—275. — DOI 10.1006/brln.1996.0010. — PMID: 8741982
17. Des Roches, C. A. Effectiveness of an impairment-based individualized rehabilitation program using an iPad-based software platform / C. A. Des Roches, I. Balachandran, E. M. Ascenso, Y. Tripodis, S. Kiran. — Text : unmediated // *Front. Hum. Neurosci.* — 2015. — No 8. — P. 1015. — DOI 10.3389/fnhum.2014.01015.
18. Des Roches, C. A. Technology-Based Rehabilitation to Improve Communication after Acquired Brain Injury / C. A. Des Roches, S. Kiran. — Text : unmediated // *Front Neurosci.* — 2017. — No 11. — P. 382. — Published 2017, Jul 28. — DOI 10.3389/fnins.2017.00382.
19. Digital Therapeutics Definition and Core Principals // Digital Therapeutics Alliance. — URL: https://dtxalliance.org/wp-content/uploads/2021/01/DTA_DTx-Definition-and-Core-Principles.pdf (date of access: 02.2021). — Text : electronic.
20. FDA Grants The Learning Corp Breakthrough Device Designation for Speech Therapy App. — URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20200414005176/en/FDA-Grants-The-Learning-Corp-Breakthrough-Device-Designation-for-Speech-Therapy-App>. — Text : electronic.
21. Fleming, V. Efficacy of spoken word comprehension therapy in patients with chronic aphasia: a cross-over randomised controlled trial with structural imaging / V. Fleming, S. Brownsett, A. Krason, M. A. Maegli, H. Coley-Fisher, Y. H. Ong, D. Nardo, R. Leach, D. Howard, H. Robson, E. Warburton, J. Ashburner, C. J. Price, J. T. Crinion, A. P. Leff. — Text : unmediated // *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*. — 2020. — Nov 5. — jnnp-2020-324256. — DOI 10.1136/jnnp-2020-324256. — Epub ahead of print. PMID: 33154182.
22. Godlove, J. Comparison of Therapy Practice at Home and in the Clinic: A Retrospective Analysis of the Constant Therapy Platform Data Set / J. Godlove, V. Anantha, M. Advani, C. Des Roches, S. Kiran. — Text : unmediated // *Front. Neurol.* — 2019. — No 10. — P. 140. — DOI 10.3389/fneur.2019.00140.
23. Holland, A. L. Application of teaching machine concepts to speech pathology and audiology / A. L. Holland, J. Matthews. — Text : unmediated // *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*. — 1970. — No 1. — P. 14. — DOI 10.1044/0161-1461.0102.14.
24. Holz, C. On the effectiveness of computer-based aphasia therapy: Results of a systematic review / C. Holz, H. Grötzbach. — Text : unmediated // *Forum Logopedie*. — 2014. — No 28. — P. 22—27. — 10.2443/skv-s-2014-53020140603.
25. International Cardiovascular Disease Statistics // American Heart Association. — URL: http://www.sld.cu/galerias/pdf/servicios/hta/international_cardiovascular_disease_statistics.pdf (date of access: 03. 2021). — Text : electronic.
26. Kiran, S. Neuroplasticity of language networks in aphasia: advances, updates, and future challenges / S. Kiran, C. K. Thompson. — Text : unmediated // *Front Neurol.* — 2019. — No 10. — P. 295.
27. Laganaro, M. Computerised treatment of anomia in acute aphasia: Treatment intensity and training size / Marina Laganaro, Marie Pietro, Armin Schnider. — Text : unmediated // *Neuropsychological rehabilitation*. — 2007. — No 16. — P. 630—640. — DOI 10.1080/09602010543000064.
28. Latimer, N. R. Self-managed, computerised word finding therapy as an add-on to usual care for chronic aphasia post-stroke: An economic evaluation / N. R. Latimer, A. Bhadhuri, A. Alshreef, R. Palmer, E. Cross, M. Dimairo, S. Julious, C. Cooper,

- P. Enderby, M. C. Brady, A. Bowen, E. Bradley, M. Harrison. — Text : unmediated // Clin. Rehabil. — 2021. — May. — No 35 (5). — P. 703—717. — DOI 10.1177/0269215520975348. — Epub 2020, Nov. 24. — PMID: 33233972; PMCID: PMC8073872.
29. Munsell, M. Closing the Digital Divide in Speech, Language, and Cognitive Therapy: Cohort Study of the Factors Associated With Technology Usage for Rehabilitation / M. Munsell, E. De Oliveira, S. Saxena, J. Godlove, S. Kiran. — Text : unmediated // J. Med. Internet Res. — 2020. — Feb 7. — No 22 (2). — e16286. — DOI 10.2196/16286. — PMID: 32044752; PMCID: PMC7055773.
30. Palmer, R. Computer therapy compared with usual care for people with long-standing aphasia poststroke: a pilot randomized controlled trial / R. Palmer, P. Enderby, C. Cooper, N. Latimer, S. Julious, G. Pater-son, M. Dimairo, S. Dixon, J. Mortley, R. Hilton, A. Delaney, H. Hughes. — Text : unmediated // Stroke. — 2012. — Jul. — No 43 (7). — P. 1904—1911. — DOI 10.1161/STROKEAHA.112.650671. — PMID: 22733794.
31. Palmer, R. A study to assess the clinical and cost-effectiveness of aphasia computer treatment versus usual stimulation or attention control long term post-stroke: a pragmatic RCT (Big CACTUS) / R. Palmer, M. Dimairo, N. Latimer, [et al.]. — Text : unmediated // Health Technol. Assess (Winchester, England). — 2020. — No 24. — P. 19.
32. Palmer, R. Self-managed, computerised speech and language therapy for patients with chronic aphasia post-stroke compared with usual care or attention control (Big CACTUS) : a multicentre, single-blinded, randomised controlled trial / Rebecca Palmer, Munyaradzi Dimairo, Cindy Cooper, Pamela Enderby, Marian Brady, Audrey Bowen, Nicholas Latimer, Steven Julious, Elizabeth Cross, Abualbshir Alshreef, Madeleine Harrison, Ellen Bradley, Helen Witts, Tim Chater. — Text : unmediated // The Lancet Neurology. — 2019. — No 18. — DOI 10.1016/S1474-4422(19)30192-9.
33. Rohling, M. L. Effectiveness of cognitive rehabilitation following acquired brain injury: A meta-analytic re-examination of Cicerone et al.'s (2000, 2005) systematic reviews / M. L. Rohling, M. E. Faust, B. Beverly, G. Demakis. — Text : electronic // Neuropsychology. — 2009. — No 23 (1). — P. 20—39. — URL: <https://doi.org/10.1037/a0013659>.
34. Russo, M. High-technology Augmentative Communication for adults with post-stroke aphasia: a systematic review / Maria Russo, Valeria Prodan, Natalia Meda, Lucila Carcavallo, Anibal Muracioli, Liliana Sabe, Lucas Bonamico, Ricardo Allegri, Lisandro Olmos. — Text : unmediated // Expert Review of Medical Devices. — 2017. — No 14. — DOI 10.1080/17434440.2017.1324291.
35. Stark, B. C. Improved language in chronic aphasia after self-delivered iPad speech therapy / B. C. Stark, E. A. Warburton. — Text : unmediated // Neuropsychological Rehabilitation. — 2018. — No. 28 (5). — P. 818—831.
36. Steinhubl, S. R. The emerging field of mobile health / S. R. Steinhubl, E. D. Muse, E. J. Topol. — Text : unmediated // Science Translational Medicine. — 2015. — Apr. — No. 7 (283). — 283rv3. — DOI 10.1126/scitranslmed.aaa3487.
37. Stoyanov, S. R. Mobile app rating scale: a new tool for assessing the quality of health mobile apps / Stoyan R. Stoyanov [et al.]. — Text : unmediated // JMIR mHealth and uHealth. — 2015. — 11 Mar. — Vol. 3, 1 e27. — DOI 10.2196/mhealth.3422.
38. Surani, G. Nakkawita. AAC apps for aphasia: a pilot study on the role of intuition and learning / Surani G. Nakkawita, E. Susan Duncan, Daphne U. Hartzheim. — Text : unmediated // Disability and Rehabilitation: Assistive Technology. — 2021. — DOI 10.1080/17483107.2021.1900932.
39. Vaezipour, A. Mobile Apps for Speech-Language Therapy in Adults With Communication Disorders: Review of Content and Quality / A. Vaezipour, J. Campbell, D. Theodoros, T. Russell. — Text : unmediated // JMIR Mhealth Uhealth. — 2020. — Oct 29. — No 8 (10). — e18858. —

DOI 10.2196/18858. — Erratum in: JMIR Mhealth Uhealth. — 2020. — Dec. 11. — No 8 (12). — e18858. — PMID: 33118953; PMCID: PMC7661246.

40. Weidner, K. Telepractice for Adult Speech-Language Pathology Services: A Systematic Review. / Kristen Weidner, Joneen Lowman. — Text : unmediated // Perspectives of the ASHA Special Interest Groups. — 2020. — No 5. — P. 1—13. — DOI 10.1044/2019_PERSP-19-00146.

41. Wenke, R. Feasibility and cost analysis of implementing high intensity aphasia clinics within a sub-acute setting / R. Wenke, M. Lawrie, T. Hobson, W. Comben, M. Romano, E. Ward, E. Cardell. — Text : unmediated // Int. J. Speech. Lang. Pathol. — 2014. — Jun. 16 (3). — P. 250—259. — DOI 10.3109/17549507.2014.887777. — Epub 2014 Mar 6. — PMID: 24597463.

References

1. Larina, O. D. Informatsionnye tekhnologii v sisteme logopedicheskoy reabilitatsii bol'nykh s afaziey / O. D. Larina. — Tekst : neposredstvennyy // Golos i rech'. — 2014. — № 2 (12). — S. 51—64.

2. Larina, O. D. Interaktivnye sredstva stimulyatsii sotsial'no-kommunikativnogo potentsiala bol'nykh s afaziey / O. D. Larina. — Tekst : neposredstvennyy // Spetsial'noe obrazovanie. — 2019. — № 3.

3. Myl'nikov, M. V 2020 godu ob'em okazaniya VMP snizilsya na 10 % / M. Myl'nikov. — Tekst : elektronnyy // Vademecum. — URL: [https://vademec.ru/news/2020/12/07/v-2020-godu-obem-okazaniya-vmp-snizilsya-na-10/\(data-obrashcheniya:03.2021\)](https://vademec.ru/news/2020/12/07/v-2020-godu-obem-okazaniya-vmp-snizilsya-na-10/(data-obrashcheniya:03.2021)).

4. Prikaz Ministerstva zdravookhraneniya RF ot 27 avgusta 2018 g. № 560n «Ob utverzhdenii perechnya federal'nykh gosudarstvennykh uchrezhdeniy, okazyvayushchikh vysokotekhnologicheskuyu meditsinskuyu pomoshch', ne vkluchennuyu v bazovuyu programmu obyazatel'nogo meditsinskogo strakhovaniya, grazhdanam Rossiyskoy Federatsii, na 2019 god». — Tekst : neposredstvennyy.

5. Safronova, M. N. Prognozirovaniye vosstanovleniya afaticheskikh narusheniy v ostrom periode ishemicheskogo insulta i ikh kombinirovannaya neyroprotektsiya / M. N. Sa-

fronova. — Kemerovo, 2018. — S. 5. — Tekst : neposredstvennyy.

6. Abbadessa, G. Digital therapeutics in neurology / G. Abbadessa, F. Brigo, M. Clerico [et al.]. — Text : electronic // J Neurol (2021). — URL: <https://doi.org/10.1007/s00415-021-10608-4>.

7. Anderson, K. / Kate Anderson, Michelle Boisvert, Janis Donseki-Nicol, Michelle Gutmann, Nerissa Hall, Cynthia Morelock, Richard Steele, Ellen Cohn. — Text : unmediated // Tele-AAC resolution. International Journal of Telerehabilitation. — 2012. — No 4. — P. 79—81. — DOI 10.5195/ijt.2012.6106.

8. Ball, A. L. Exploring Treatment Fidelity in Persons With Aphasia Autonomously Practicing With Computerized Therapy Materials / A. L. Ball, M. de Riesthal, R. D. Steele. — Text : unmediated // Am. J. Speech Lang. Pathol. — 2018. — Mar 1. — No 27 (1S). — P. 454—463. DOI 10.1044/2017_AJSLP-16-0204. — PMID: 29497755.

9. Baxter, S. Interventions Using High-Technology Communication Devices: A State of the Art Review / S. Baxter, P. Enderby, P. Evans, S. Judge. — Text : unmediated // Folia Phoniatr Logop. — 2012. — No. 64. — P. 137—144. — DOI 10.1159/000338250.

10. Brady, M. C. Speech and language therapy for aphasia following stroke / M. C. Brady, H. Kelly, J. Godwin, P. Enderby, P. Campbell. — Text : electronic // Cochrane Database of Systematic Reviews. — 2016. — Issue 6. — Art. No.: CD000425. — DOI: 10.1002/14651858.CD000425.pub4. — Accessed 24 June 2021.

11. Braley, M. A Virtual, Randomized, Control Trial of a Digital Therapeutic for Speech, Language, and Cognitive Intervention in Post-stroke Persons With Aphasia / M. Braley, J. S. Pierce, S. Saxena, E. De Oliveira, L. Taraboanta, V. Anantha, S. E. Lakhan, S. Kiran. — Text : unmediated // Front. Neurol. — 2021. — No 12. — P. 626—780. — DOI 10.3389/fneur.2021.626780.

12. Bruce, C. Computer-generated phonemic cues: an effective aid for naming in aphasia / C. Bruce, D. Howard. — Text : electronic //

International Journal of Language & Communication Disorders. — 1987. — No 22. — P. 191—201. — URL: <https://doi.org/10.3109/13682828709019862>.

13. Carmen, Zheng Effect of computer therapy in aphasia: a systematic review / Carmen Zheng, Lauren Lynch, Nicholas Taylor. — Text : unmediated // Aphasiology. — 2016. — No 30. — P. 2—3, 211—244. — DOI 10.1080/02687038.2014.996521.

14. Choi, Mi Joo. “Digital Therapeutics: Emerging New Therapy for Neurologic Deficits after Stroke” / Choi Mi Joo [et al.]. — Text : unmediated // Journal of stroke. — 2019. — Vol. 21. — Iss. 3. — P. 242—258. — DOI 10.5853/jos.2019.01963.

15. Chung, Jae-Yong. Digital therapeutics and clinical pharmacology / Chung Jae-Yong. — Text : unmediated // Translational and Clinical Pharmacology. — 2019. — 27. 6. 10.12793/tcp.2019.27.1.6.

16. Crerar, M. A. Remediation of sentence processing deficits in aphasia using a computer-based microworld / M. A. Crerar, A. W. Ellis, E. C. Dean. — Text : unmediated // Brain Lang. — 1996. — Jan. — No 52 (1). — P. 229—275. — DOI 10.1006/brln.1996.0010. — PMID: 8741982

17. Des Roches, C. A. Effectiveness of an impairment-based individualized rehabilitation program using an iPad-based software platform / C. A. Des Roches, I. Balachandran, E. M. Ascenso, Y. Tripodis, S. Kiran. — Text : unmediated // Front. Hum. Neurosci. — 2015. — No 8. — P. 1015. — DOI 10.3389/fnhum.2014.01015.

18. Des Roches, C. A. Technology-Based Rehabilitation to Improve Communication after Acquired Brain Injury / C. A. Des Roches, S. Kiran. — Text : unmediated // Front Neurosci. — 2017. — No 11. — P. 382. — Published 2017, Jul 28. — DOI 10.3389/fnins.2017.00382.

19. Digital Therapeutics Definition and Core Principals // Digital Therapeutics Alliance. — URL: https://dtxalliance.org/wp-content/uploads/2021/01/DTA_DTx-Definition-and-Core-Principles.pdf (date of access: 02.2021). — Text : electronic.

20. FDA Grants The Learning Corp Break-

through Device Designation for Speech Therapy App. — URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20200414005176/en/FDA-Grants-The-Learning-Corp-Breakthrough-Device-Designation-for-Speech-Therapy-App>. — Text : electronic.

21. Fleming, V. Efficacy of spoken word comprehension therapy in patients with chronic aphasia: a cross-over randomised controlled trial with structural imaging / V. Fleming, S. Brownsett, A. Krason, M. A. Maegli, H. Coley-Fisher, Y. H. Ong, D. Nardo, R. Leach, D. Howard, H. Robson, E. Warburton, J. Ashburner, C. J. Price, J. T. Crinion, A. P. Leff. — Text : unmediated // J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry. — 2020. — Nov 5. — jnnp-2020-324256. — DOI 10.1136/jnnp-2020-324256. — Epub ahead of print. PMID: 33154182.

22. Godlove, J. Comparison of Therapy Practice at Home and in the Clinic: A Retrospective Analysis of the Constant Therapy Platform Data Set / J. Godlove, V. Anantha, M. Advani, C. Des Roches, S. Kiran. — Text : unmediated // Front. Neurol. — 2019. — No 10. — P. 140. — DOI 10.3389/fneur.2019.00140.

23. Holland, A. L. Application of teaching machine concepts to speech pathology and audiology / A. L. Holland, J. Matthews. — Text : unmediated // Language, Speech, and Hearing Services in Schools. — 1970. — No 1. — P. 14. — DOI 10.1044/0161-1461.0102.14.

24. Holz, C. On the effectiveness of computer-based aphasia therapy: Results of a systematic review / C. Holz, H. Grötzbach. — Text : unmediated // Forum Logopedie. — 2014. — No 28. — P. 22—27. — 10.2443/skv-s-2014-53020140603.

25. International Cardiovascular Disease Statistics // American Heart Association. — URL: http://www.sld.cu/galerias/pdf/servicios/hta/international_cardiovascular_disease_statistics.pdf (date of access: 03. 2021). — Text : electronic.

26. Kiran, S. Neuroplasticity of language networks in aphasia: advances, updates, and future challenges / S. Kiran, C. K. Thompson. — Text : unmediated // Front Neurol. — 2019. — No 10. — P. 295.

27. Laganaro, M. Computerised treatment of anomia in acute aphasia: Treatment intensity and training size / Marina Laganaro, Marie Pietro, Armin Schnider. — Text : unmediated // *Neuropsychological rehabilitation*. — 2007. — No 16. — P. 630—640. — DOI 10.1080/09602010543000064.

28. Latimer, N. R. Self-managed, computerised word finding therapy as an add-on to usual care for chronic aphasia post-stroke: An economic evaluation / N. R. Latimer, A. Bhadhuri, A. Alshreef, R. Palmer, E. Cross, M. Dimairo, S. Julious, C. Cooper, P. Enderby, M. C. Brady, A. Bowen, E. Bradley, M. Harrison. — Text : unmediated // *Clin. Rehabil.* — 2021. — May. — No 35 (5). — P. 703—717. — DOI 10.1177/0269215520975348. — Epub 2020, Nov. 24. — PMID: 33233972; PMCID: PMC8073872.

29. Munsell, M. Closing the Digital Divide in Speech, Language, and Cognitive Therapy: Cohort Study of the Factors Associated With Technology Usage for Rehabilitation / M. Munsell, E. De Oliveira, S. Saxena, J. Godlove, S. Kiran. — Text : unmediated // *J. Med. Internet Res.* — 2020. — Feb 7. — No 22 (2). — e16286. — DOI 10.2196/16286. — PMID: 32044752; PMCID: PMC7055773.

30. Palmer, R. Computer therapy compared with usual care for people with long-standing aphasia poststroke: a pilot randomized controlled trial / R. Palmer, P. Enderby, C. Cooper, N. Latimer, S. Julious, G. Paterson, M. Dimairo, S. Dixon, J. Mortley, R. Hilton, A. Delaney, H. Hughes. — Text : unmediated // *Stroke*. — 2012. — Jul. — No 43 (7). — P. 1904—1911. — DOI 10.1161/STROKEAHA.112.650671. — PMID: 22733794.

31. Palmer, R. A study to assess the clinical and cost-effectiveness of aphasia computer treatment versus usual stimulation or attention control long term post-stroke: a pragmatic RCT (Big CACTUS) / R. Palmer, M. Dimairo, N. Latimer, [et al.]. — Text : unmediated // *Health Technol. Assess* (Winchester, England). — 2020. — No 24. — P. 19.

32. Palmer, R. Self-managed, computerised

speech and language therapy for patients with chronic aphasia post-stroke compared with usual care or attention control (Big CACTUS) : a multicentre, single-blinded, randomised controlled trial / Rebecca Palmer, Munyaradzi Dimairo, Cindy Cooper, Pamela Enderby, Marian Brady, Audrey Bowen, Nicholas Latimer, Steven Julious, Elizabeth Cross, Abualbisher Alshreef, Madeleine Harrison, Ellen Bradley, Helen Witts, Tim Chater. — Text : unmediated // *The Lancet Neurology*. — 2019. — No 18. — DOI 10.1016/S1474-4422(19)30192-9.

33. Rohling, M. L. Effectiveness of cognitive rehabilitation following acquired brain injury: A meta-analytic re-examination of Cicerone et al.'s (2000, 2005) systematic reviews / M. L. Rohling, M. E. Faust, B. Beverly, G. Demakis. — Text : electronic // *Neuropsychology*. — 2009. — No 23 (1). — P. 20—39. — URL: <https://doi.org/10.1037/a0013659>.

34. Russo, M. High-technology Augmentative Communication for adults with post-stroke aphasia: a systematic review / Maria Russo, Valeria Prodan, Natalia Meda, Lucila Carcavallo, Anibal Muracioli, Liliana Sabe, Lucas Bonamico, Ricardo Allegri, Lisandro Olmos. — Text : unmediated // *Expert Review of Medical Devices*. — 2017. — No 14. — DOI 10.1080/17434440.2017.1324291.

35. Stark, B. C. Improved language in chronic aphasia after self-delivered iPad speech therapy / B. C. Stark, E. A. Warburton. — Text : unmediated // *Neuropsychological Rehabilitation*. — 2018. — No. 28 (5). — P. 818—831.

36. Steinhubl, S. R. The emerging field of mobile health / S. R. Steinhubl, E. D. Muse, E. J. Topol. — Text : unmediated // *Science Translational Medicine*. — 2015. — Apr. — No. 7 (283). — 283rv3. — DOI 10.1126/scitranslmed.aaa3487.

37. Stoyanov, S. R. Mobile app rating scale: a new tool for assessing the quality of health mobile apps / Stoyan R. Stoyanov [et al.]. — Text : unmediated // *JMIR mHealth and uHealth*. — 2015. — 11 Mar. — Vol. 3,1 e27. — DOI 10.2196/mhealth.3422.

38. Surani, G. Nakkawita. AAC apps for

aphasia: a pilot study on the role of intuition and learning / Surani G. Nakkawita, E. Susan Duncan, Daphne U. Hartzheim. — Text : unmediated // Disability and Rehabilitation: Assistive Technology. — 2021. — DOI 10.1080/17483107.2021.1900932.

39. Vaezipour, A. Mobile Apps for Speech-Language Therapy in Adults With Communication Disorders: Review of Content and Quality / A. Vaezipour, J. Campbell, D. Theodoros, T. Russell. — Text : unmediated // JMIR Mhealth Uhealth. — 2020. — Oct 29. — No 8 (10). — e18858. — DOI 10.2196/18858. — Erratum in: JMIR Mhealth Uhealth. — 2020. — Dec. 11. — No 8 (12). — e18858. — PMID: 33118953; PMCID: PMC7661246.

40. Weidner, K. Telepractice for Adult Speech-Language Pathology Services: A Systematic Review. / Kristen Weidner, Joneen Lowman. — Text : unmediated // Perspectives of the ASHA Special Interest Groups. — 2020. — No 5. — P. 1—13. — DOI 10.1044/2019_PERSP-19-00146.

41. Wenke, R. Feasibility and cost analysis of implementing high intensity aphasia clinics within a sub-acute setting / R. Wenke, M. Lawrie, T. Hobson, W. Comben, M. Romano, E. Ward, E. Cardell. — Text : unmediated // Int. J. Speech. Lang. Pathol. — 2014. — Jun. 16 (3). — P. 250—259. — DOI 10.3109/17549507.2014.887777. — Epub 2014 Mar 6. — PMID: 24597463.