

ТЕЛЕМЕДИЦИНА И ДИСТАНЦИОННОЕ МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ ОБЛАЧНЫХ И ТРАДИЦИОННЫХ ПРОГРАММНЫХ РЕШЕНИЙ

И. О. Полубоярцев*, Н. Т. Джайнакбаев

НУО «Казахстанско-Российский медицинский университет,
Казахстан, Алматы

*Корреспондирующий автор

Аннотация

В статье рассматриваются программные решения, применяемые за рубежом для проведения телемедицинских консультаций пациентов и обучения медицинских работников в целях повышения эффективности консультирования и обучения.

Материалы и методы. Анализ различий между традиционными и облачными системами видеоконференцсвязи, а также анализ методов идентификации и тестирования систем.

Результаты. Представленные результаты, позволяют понять различия между облачными решениями и традиционным программным обеспечением.

Выводы. В этом обзоре определяются ключевые атрибуты программных решений, которые можно использовать для оценки актуальности технологий облачных конференций и определения оправданности перехода от традиционной технологии к облачной среде. Для оценки соответствия систем предоставляется шаблон оценки.

Ключевые слова: технологии, облачные вычисления, телекоммуникации, телемедицина, дистанционное обучение.

Введение

По результатам обзора программного обеспечения для проведения облачных видеоконференций были выявлены общие технологические характеристики, которые могут служить основой для оценки преимуществ традиционных и облачных видеоконференций с учетом локальных потребностей [1].

Национальный институт стандартов и технологий США (The National Institute of Standards and Technology – англ.) определяет облачные вычисления как «модель предоставления повсеместного, удобного и оперативного доступа к сетевому пулу настраиваемых вычислительных ресурсов (например, сетей, серверов, хранилищ, приложений и сервисов), которые могут быть быстро предоставлены и освобождены с минимальными усилиями управления или взаимодействия с поставщиком услуг» [2]. Облачные вычисления представляют собой способ предоставления вычислительных ресурсов через распределенную сеть, такую как Интернет [3].

Несмотря на наличие локальных компьютеров и программного обеспечения, приложения, выполняющие задачи (например, обработку текста или управление базами данных), и сгенерированные ими данные хранятся на удаленных серверах в сети [4]. Доступ к этим приложениям осуществляется по мере необходимости, вместо установки и поддержки локальных копий программ на отдельных рабочих станциях. Сгенерированные данными также хранятся в сети, облегчая совместное использование информации. В случае проведения видеоконференций с использованием облачных решений, локальное программное обеспечение и оборудование (компьютер с камерой) все равно необходимы, приложения для видеоконференций и сгенерированные ими данные располагаются тем не менее в «облаке» [5].

Термины, связанные с облачными конференциями, – это веб-связь в реальном времени (далее – WebRTC), унифицированная связь и видео как услуга. WebRTC относится к исследованиям и разработкам с открытым исход-

ным кодом, направленным на включение видеоконференций непосредственно в браузеры [6]. Поскольку браузеры обмениваются видео через Интернет, WebRTC предполагает облачные вычисления, но только за счет включения видео в архитектуру браузера. Термин «унифицированные коммуникации» относится к интеграции связи в реальном времени (телефонии и видеоконференций) с другими сетевыми ресурсами данных, такими как интерактивные доски, а также связью не в реальном времени, такой как электронная почта и голосовая почта, так что доступ к голосовой почте может осуществляться как электронной почте или наоборот. Технологии облачных конференций пытаются интегрировать видеоконференции с другими приложениями, по крайней мере, с теми, которые работают в режиме реального времени. Видео как услуга – это термин, описывающий доступ к сетевым службам видеоконференций, расположенным в облаке и обычно оплачиваемым по подписке [7].

Технология облачных видеоконференций изучена лучше всего, в отличие от «традиционных» видеоконференций. Наиболее отличительной особенностью облачных технологий является то, что клиентское программное обеспечение для конференц-связи, установленное на локальных вычислительных устройствах, получает доступ к программному обеспечению видеоконференций на серверах, управляющих связью. Серверы используют преимущества камеры и аудиоресурсов, которые встроены в клиентские устройства или добавлены к ним, например, встроенная камера и микрофон ноутбука или внешняя USB-камера и микрофон настольного компьютера [8].

Проведение видеоконференций на основе традиционных программных решений осуществляется с использованием устройств, обычно стационарно установленных в помещении или

размещенных на передвижных устройствах. Общий стандарт связи (H.323) гарантирует взаимодействие конечных устройств для обмена аудио и видео со скоростью передачи от 128 килобит/с (Кбит/с) до 4 мегабит/с (Мбит/с), причем последний обеспечивает разрешение 1920 × 1080 пикселей, т. е. видео высокой четкости, включающее видеостандарт H.264 [8]. Типичные устройства включают камеры панорамирования, наклона и масштабирования PTZ, которыми можно управлять локально или удаленно, чтобы отображать всю комнату или людей в ней, а также всенаправленные микрофоны, которые могут обнаруживать звук на больших расстояниях, со встроенным эхоподавлением, позволяющим улавливать звуки. динамики не производят обратной связи. Для каждой конечной точки обычно требуется устройство стоимостью около 4000 долларов США [9].

Материалы и методы

Рассмотренные в рамках настоящего обзора системы облачных конференций перечислены в таблице 1. Все они были частью программы «Test Drive» сети Интернет для исследований и образования, позволяющей учреждениям-членам Интернета опробовать продукты вместе с интернет-сотрудниками. Системы следует считать репрезентативными, но не всеобъемлющими из имеющихся. Будучи членами коммерческих компаний, они представляют некоторые из крупнейших корпоративных разработчиков и компаний, имеющих большое присутствие на рынке высшего образования в странах Западной Европы и Северной Америки, а также некоторые из них используются для конференций по телемедицине. Поскольку программное обеспечение в Интернете отставало от последнего цикла разработки, тесты в итоге проводились с продуктами, размещенными непосредственно на серверах разработчиков [10].

Таблица 1. Системы, рассматриваемые в настоящем обзоре

Название системы	Разработчик
SeeVough	SeeVough
Vidyo	Vidyo
Jabber	Cisco
Scopia	Avaya
Fuze	Fuze
Real Presence	Polycom

Источник: составлено авторами

Результаты

В ходе обзора были определены основные атрибуты облачной системы, включая кодирование видео и аудио, многоточечные конференции, требования к операционной системе и вычислительной платформе, совместимость, безопасность, совместное использование контента, пользовательские интерфейсы, архивирование и веб-вещание. Различия между традиционными и облачными системами по каждому из этих атрибутов суммированы в таблице 2.

Кодирование видео. Все облачные системы поддерживают расширенное кодирование видео H.264 / MPEG-4 (AVC), обеспечивая то же качество видео, что и MPEG-2, при менее чем половине полосы пропускания, обеспечивая

передачу видео со скоростью от 40 Кбит/с до 10 Мбит/с для разрешений от 176. От $\times 144$ до 1920×1080 пикселей. Некоторые системы поддерживают разрешение до 1080 пикселей, тогда как все остальные поддерживают только до 720 пикселей. Некоторые поддерживают масштабируемое кодирование видео H.2647, расширение AVC, позволяющее обеспечить видео еще более высокого качества. Качество видео зависит от облачной системы, камеры и типа дисплея компьютера, а поскольку видео отображается на экране компьютера, размер видео окна варьируется в зависимости от количества подключенных конечных точек. Некоторые системы позволяют администратору конференции контролировать расположение окон, тогда как другие этого не делают [11].

Таблица 2. Сравнение атрибутов

АТРИБУТЫ	ТРАДИЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ	ОБЛАЧНЫЕ СИСТЕМЫ
Качество видео	Встроенное разрешение видео	Потенциальные проблемы с окнами/ разрешением
Качество звука	Встроенный контроль качества звука	Потенциальные проблемы с эхом/обратной связью и громкостью
Многоточечная масштабируемость	Трудно, могут потребоваться специальные устройства	Встроенная многоточечная возможность, теоретически неограниченная
ОС/оборудование	Встроенное управление ОС и PTZ-камерой.	Необходимо оценить совместимость возможностей компьютера, обойти ограниченное управление камерой.
Совместимость	Высокая, соответствует стандарту H.323	Низкая, не стандартизирована
Обмен контентом	Встроенный, но ограниченный	Встроенный с несколькими функциями обмена
Безопасность/управление сетью	Требуется управление/координация сети	Требуется небольшое управление сетью, для некоторых систем его нет.
Интерфейс	Сложный, предполагает обучение пользователей	Простой, интуитивно понятный графический интерфейс
Архивирование и веб-трансляция	Ограничено	Встроенное/простое для некоторых систем
Расходы	Дорогие в обслуживании, особенно для конечных устройств.	Значительные для серверной части, низкие для клиентской части

Примечание: ОС – операционная система; PTZ – панорамирование, наклон и масштабирование

Источник: составлено авторами

Хотя в облачных системах конференц-связи используется тот же видеокodeк H.264, что и в традиционных системах конференц-связи высокого разрешения последнего поколения (720 пикселей или 1080 пикселей), различия в разрешении дисплея, размерах окон и качестве камеры могут привести к ухудшению качества видео по сравнению с традиционными системами, включающими высококачественные камеры и отображение видео на телевизионных монито-

рах, особенно когда конференции включают несколько конечных точек [11; 12]. Это ограничение можно обойти, подключив дополнительные мониторы компьютера, увеличив пространство дисплея, но это приведет к увеличению затрат. Приемлемое качество изображения зависит от конкретных приложений и может быть более серьезной проблемой в теледерматологии, чем, например, в телепсихиатрии. Размер окна становится более важным, если в дистанционном об-

учении участвуют классы, а не отдельные лица. Теоретически, облачные системы имеют качество видео, равное традиционным системам. На практике все может быть по-другому [12].

Аудиокодирование. Аудиокодеки в облачных системах включают серию G.7xx (G.711, стандарты звука G.721, G.726), Speedx и MPEG-4 AAC. Все системы позволяют регулировать громкость и отключать звук, а также имеют встроенное эхоподавление. Эхоподавления, встроенного в облачное программное обеспечение, по-прежнему может быть недостаточно, и может потребоваться внешнее аппаратное устройство эхоподавления или гарнитура. Соответствующее качество звука также будет зависеть от конкретных приложений телемедицины и дистанционного обучения, например, потребуется ли анализ звуков сердца, дыхания или речевых моделей, или будут ли учащиеся находиться группами в больших комнатах [13].

Хотя традиционные системы видеоконференцсвязи H.323 используют одни и те же аудиокодеки, они выводят звук на внешние динамики и используют разнонаправленные внешние микрофоны и более мощные встроенные эхоподаватели, что обеспечивает более высокое качество звука, чем облачные системы, которые используют аудиовходы и выходы их компьютерные хосты. Для групповых приложений могут потребоваться дополнительные внешние динамики, микрофоны и устройства эхоподавления, что увеличивает затраты [13].

Проведение конференций и масштабирование. Серверы управляют всеми облачными конференциями, даже если обмениваются данными только две конечные точки. Серверы предназначены для проведения нескольких одновременных конференций и теоретически ограничены только возможностями компьютера и пропускной способностью сети. Традиционные системы видеоконференцсвязи позволяют проводить соединение напрямую, если имеется только две конечные точки, но для соединения нескольких соединений требуется устройство, называемое многоточечным блоком управления MCU, а это дополнительные расходы, которые возрастают в зависимости от количества соединений. В традиционное устройство можно добавить микроконтроллеры с четырьмя или семью соединениями, но, если требуется более

восемью соединений, может потребоваться отдельное устройство MCU. Облачные системы предназначены для многоточечных конференций и крупных развертываний; традиционные системы предназначены для двухточечной связи с возможностью проведения многоточечных конференций [14].

Операционная система и оборудование. Системы облачных конференций в основном работают под управлением Microsoft, Windows System 7 и Mac OS, тогда как бесплатное программное обеспечение Linux поддерживается лишь немногими. У всех есть приложения для мобильных платформ. Хотя они используют камеры и микрофоны, встроенные в устройства, их можно настроить для подключения внешних аудио- и видеовходов, и выходов. Большинство рассмотренных систем оснащены удаленными внешними PTZ-камерами при взаимодействии с традиционными системами H.323 – функция, которая может быть особенно важна при удаленном обследовании пациентов, уже использующих более традиционные технологии. Ни в одной из рассмотренных систем не рассматривались PTZ-камеры с собственным управлением, подключенные к облачным клиентам, хотя существуют и другие облачные системы, предлагающие некоторый контроль. PTZ-камеры с автоматическим отслеживанием, которые следят за голосом или движением инструктора, могут быть достаточными для некоторых приложений дистанционного обучения, но требуют дополнительных затрат и могут оказаться недостаточными для телемедицины, когда необходимо обследование определенной области тела пациента. Единственным практическим вариантом для облачных систем, в которых отсутствует удаленное управление камерой, может быть инструктирование пациентов о том, как им правильно расположиться [14; 15].

Взаимодействие. Большинство облачных систем используют для связи SIP – протокол инициации сеанса (а иногда и дополнительные протоколы H.323), но они не взаимодействуют с другими облачными системами. Стандарт H.323 обеспечивает взаимодействие традиционных систем не только для обмена аудио и видео, но и для других функций, таких как управление PTZ-камерой и обмен контентом. Хотя все протестированные облачные системы имеют приложе-

ния для мобильных устройств с операционными системами Google (Маунтин-Вью, Калифорния) Android™ или Apple iOS, лишь некоторые из них обеспечивают телефонный мост, позволяющий использовать только аудиосигнал по телефону [16].

Сотрудничество и обмен контентом. Чат, доска и совместное использование экрана – три распространенные функции совместной работы в облаке. Чат позволяет общаться текстом, тогда как доска позволяет писать от руки, рисовать и обмениваться импортированными цифровыми изображениями. Совместное использование экрана позволяет участникам конференции просматривать экран компьютера данного удаленного узла (т. е. рабочий стол и его слайд, браузер и другие приложения), но это не настоящий совместный доступ к приложениям, когда все участники могут получить доступ к реальным приложениям удаленного компьютера для создания или редактирования контента. Окна видео участников уменьшаются, чтобы обеспечить разборчивость контента, но за счет этого участникам становится сложнее видеть друг друга. Некоторые системы обеспечивают большую гибкость, позволяя пользователям отображать контент в отдельном окне и управлять размером окна видео и контента [16; 17].

Традиционные системы видеоконференцсвязи H.323 имеют более ограниченные возможности презентации и не имеют чата и досок. Однако существует подстандарт (H.239), который позволяет пользователям подключать компьютеры к устройствам и передавать контент в виде видео. Одним из распространенных обходных путей является установка двух независимых соединений в каждой точке: одно для совместного использования аудио и видео между устройствами, а другое между компьютерами для совместного использования контента. Облачные системы, основанные на компьютерах, превосходны для обмена контентом, но управление отображаемым пространством может стать проблемой.

Безопасность и управление сетью. Некоторые облачные системы используют подключаемое программное обеспечение для отображения видео в браузере, но большинство использует отдельное клиентское программное обеспечение. Продукты, имеющие собственных клиентов, обычно требуют большего управления сетевы-

ми портами и большей координации с сетевыми администраторами, тогда как системы на основе браузера используют стандартный порт браузера 80, обычно открытый в большинстве сетей. Все системы требуют аутентификации для связи с серверами и обеспечивают шифрование и защиту паролем, причем последняя возможность предоставляется инициатором конференции. Хотя облачные и традиционные системы используют во многом одни и те же механизмы безопасности для аутентификации, шифрования и защиты паролем, традиционные системы требуют большего использования портов, чем облачные системы на основе браузера, что усложняет обеспечение соответствия институциональным политикам сетевой безопасности [18].

Пользовательский интерфейс. Все облачные системы имеют интуитивно понятный графический интерфейс пользователя, но некоторые из них проще в использовании, чем другие. Например, в одном из них по умолчанию используется очень простой интерфейс с минимальным набором инструментов для обмена видео, аудио и контентом, но при этом предоставляется доступ к набору инструментов, открывающему дополнительные функции только в случае необходимости. Облачные системы на основе браузера также кажутся более простыми в использовании, поскольку они опираются на функции стандартного веб-интерфейса. Традиционные системы требуют использования пульта дистанционного управления устройством для просмотра меню и ввода буквенно-цифровых данных для совершения вызовов и настройки систем. Их конструкция предполагает большую техническую компетентность, а пульта дистанционного управления неуклюжи для ввода текста. Облачные системы предназначены для обычных пользователей, тогда как традиционные системы предназначены для обученных операторов [18; 19].

Архивирование и веб-трансляция. Некоторые облачные системы предоставляют возможность архивирования / записи конференций для последующего просмотра по требованию, тогда как лишь немногие поддерживают прямую веб-трансляцию конференции, позволяя участникам, не участвующим в конференции, просматривать взаимодействие в реальном времени. Архивы более сжаты и просматриваются в меньших окнах, чем исходные конференции,

поэтому качество обычно хуже. Некоторые системы требуют, чтобы пользователи загружали предоставленное разработчиком программное обеспечение для просмотра или проигрывания для просмотра архивных файлов, тогда как другие записывают конференции в распространенных видеоформатах, таких как Apple Quicktime или Windows Media [19].

Традиционным системам H.323 не хватает встроенных возможностей архивирования и потоковой передачи. Пользователи должны подключить системные видео- и аудиовыходы к компьютеру или другому устройству, настроенному на прием этих входов, и записать их в цифровом виде. Если контент представляется путем установления вторых соединений вместо отправки его в виде видео, то потребуются дополнительное программное обеспечение для захвата содержимого экрана и синхронизации его с аудио и видео. Для веб-вещания необходима совершенно отдельная система [19].

Расходы и лицензирование. Несмотря на то, что некоторые облачные системы имеют гибкие цены, учитывающие небольшое количество конечных точек, большинство из них рассчитаны на более крупное развертывание в масштабах предприятия. Программное обеспечение облачного сервера может стоить более 20 000 долларов США, а ежегодная плата за обслуживание и обслуживание составляет несколько тысяч долларов. Многие разработчики предполагают, что программное обеспечение будет использоваться для обучения, и основывают свои цены на количестве «рабочих мест» или выпущенных клиентов для конечных пользователей. Эти затраты являются разумными в расчете на одно место, поскольку они позволяют проводить несколько одновременных конференций с участием многих пользователей. Более того, традиционные аппаратные системы с аналогичными возможностями стоят еще дороже. Если может быть достаточно MCU малой емкости, например, одного, вмещающего четыре конечных точки, затраты на традиционные MCU могут быть сопоставимы с затратами на облачные серверы, хотя устройства для конечных точек стоят дороже. Однако ценовые преимущества для конечных точек облака нивелируются, если требуется дополнительное оборудование, такое как эхоподавление, PTZ-камеры и мониторы [19].

Обсуждение и выводы

Облачные системы конференц-связи представляют собой более новую альтернативную технологию и существенно отличаются от традиционных систем конференц-связи [1; 5]. Программные реализации видеоконференций имеют несколько теоретических преимуществ. Во-первых, клиентское программное обеспечение может быть более широко и немедленно развернуто, поскольку оно устанавливается на уже используемые компьютеры и другие устройства, при условии, конечно, что машины обладают достаточной вычислительной мощностью для запуска клиентского программного обеспечения, имеют операционную систему, для которой это программное обеспечение было создано. разработаны и имеют возможности видео и аудио [12; 13]. Во-вторых, видеоконференции могут стать более мобильными, поскольку клиентское программное обеспечение можно установить на ноутбуки, планшетные компьютеры, смартфоны и другие устройства, оснащенные камерами и одной или несколькими формами беспроводной технологии. Хотя традиционные устройства для видеоконференций можно подключать к беспроводным антеннам и перемещать, их собственный размер, а также размер камер и мониторов, к которым они подключаются, ограничивают мобильность. В-третьих, облачные технологии более масштабируемы и ограничены только возможностями компьютеров, на которых установлено серверное программное обеспечение, пропускной способностью сетей, используемых для связи, и стоимостью лицензирования. Поскольку традиционная видеоконференцсвязь использует MCU для многоточечной конференц-связи, а различные модели имеют верхний предел емкости соединений (например, 4, 8, 16 и т. д.), цена каждого из которых кратна единицам, масштабируемость является проблемой. Наконец, использование клиентского программного обеспечения на существующих вычислительных платформах обеспечивает эффект масштаба и возможность напрямую охватить большее количество конечных пользователей. Предполагаемая целевая группа пользователей — это все, кто работает где угодно. Напротив, традиционные устройства для видеоконференций являются дорогостоящими, предназначены для институционального использования в экзаменационных залах, конференц-

залах или классах и обычно требуют обученных пользователей и технической поддержки [12-19].

Технологии облачных конференций совершенствуются с каждой новой версией программного обеспечения, и определенные технологические ограничения, указанные здесь, могут быть исправлены в будущем. Например, можно добавить код для дистанционного управления PTZ-камерами или для управления другими телемедицинскими устройствами. Тем не менее, теоретические преимущества облака должны быть уравновешены практическими опасениями относительно текущего качества видео и аудио облачных систем, требований к вычислительным ресурсам, возможной потребности в дополнительном оборудовании, возможного ограниченного удаленного управления камерой, отсутствия совместимости, ограничений отображения и возможности архивирования, предоставляемого некоторыми системы необходимы. Поскольку стоимость облачных систем обычно рассчитана на корпоративное развертывание с участием многих конечных точек, они могут быть неэффективными с точки зрения затрат для скромных приложений, за исключением, возможно, использования в качестве услуги. Они могут быть более подходящими для крупномасштабных развертываний, таких как наблюдение за пациентами во многих учреждениях или обучение в разных местах. Условия ценообразования и функции рассмотренных облачных систем (например, совместное использование экрана) позволяют предположить, что в настоящее время они наиболее подходят для обучения, особенно для людей, сидящих за своими настольными компьютерами или ноутбуками, а не для занятий в аудиториях или комнатах.

Список источников

1. Haleem A., Javaid M., Singh R. P. et al. Telemedicine for healthcare: Capabilities, features, barriers, and applications // *Sensors International*. – 2021. – Vol. 2. – P. 100-117. – DOI: 10.1016/j.sintl.2021.100117.
2. Wilson L. S., Maeder A. J. Recent directions in telemedicine: review of trends in research and practice // *Healthcare informatics research*. – 2015. – Vol. 21(4). – P. 213. – DOI: 10.4258/hir.2015.21.4.213.
3. Abdullayeva F. Cyber resilience and cyber security issues of intelligent cloud computing systems // *Results in Control and Optimization*. – 2023. – Vol. 12. – P. 100-268. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rico.2023.100268>.
4. Banimfreg B. H. A comprehensive review and conceptual framework for cloud computing adoption in bioinformatics // *Health care analytics*. – 2023. – Vol. 3. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.health.2023.100190>.
5. Javaid M., Haleem A., Singh R. P. et al. H. Evolutionary trends in progressive cloud computing based healthcare: Ideas, enablers, and barriers // *International Journal of Cognitive Computing in Engineering*. – 2022. – Vol. 3. – P. 124-135. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijcce.2022.06.001>.
6. Gortázar F., Gallego M., Maes-Bermejo M., Chicano-Capelo I., Santos C. Cost-effective load testing of WebRTC applications // *Journal of Systems and Software*. – 2022. – Vol. 193. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2022.111439>.
7. Beal C., Hontvedt M. Video-based mind maps in higher education: A design-based research study of pre-service teachers' co-construction of shared knowledge // *Learning, Culture and Social Interaction*. – 2023. – Vol. 41. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2023.100720>.
8. Latha R., Vetrivelan P., Geetha S. Telemedicine Setup using Wireless Body Area Network over Cloud // *Procedia Computer Science*. – 2019. – Vol. 165. – P. 285-291. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.01.074>.
9. Sandoval Rosas A., Alejos Martínez J. L. Video-conference System Based on WebRTC With Access to the PSTN // *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*. – 2016. – Vol. 329. – P. 105-121. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.entcs.2016.12.007>.
10. Sharma A., Singh U. K. Modelling of smart risk assessment approach for cloud computing environment using AI & supervised machine learning algorithms // *Global Transitions Proceedings*. – 2022. – 3(1). – P. 243-250. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gltp.2022.03.030>.
11. Mell P., Grance T. The NIST definition of cloud computing. Version 15.10.07. Gaithersburg, MD: Information Technology Laboratory // National Institute of Standards and Technology. – 2009. – Vol. 53(6). – P. 50.
12. Rodriguez P., Cervifio J., Trajkovska I., Salvachua J. Advanced videoconferencing services based on webrtc // *IADIS International Conferences Web Based Communities and Social Media 2012 and*

Collaborative Technologies. – 2012. – P. 180-184.

13. Evans D. An introduction to unified communication: Challenges and opportunities // *Aslib Proceedings: New Information Perspectives*. – 2004. – Vol. 56. – P. 308-314.

14. Rodriguez P., Gallego D., Cervino J., Escribano F., Quemada J., Salvachua J. Vaas: Videoconference as a service. 5th International Conference on Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing. Collaborative computing. – 2009. – DOI: <http://dx.doi.org/10.4108/ICST.COLLABORATECOM2009.8285>

15. Liu W., Zhang K., Locatis C., Ackerman M. Internet-based videoconferencing coder/ decoders and tools for telemedicine // *Telemedicine Journal and e-Health*. – 2011. – Vol. 17. – P. 358-362.

16. Wiegand T., Sullivan G. J., Bjontegaard G., Luthra A. Overview of the H.264/AVC video coding standard // *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*. – 2003. – Vol. 13. – P. 560-576.

17. Hewage C., Karim H., Worrall S., Dogan S., Kondoz A. Comparison of stereo video coding support in mpeg-4 mac, h.264/avc and h.264/svc. 4th IET International Conference on Visual Information Engineering. London: Institution of Engineering and Technology. – 2007.

18. Ho J., Hu J., Steenkiste P. A conference gateway supporting interoperability between SIP and H.323 // *Proceedings of the Ninth ACM International Conference on Multimedia*. – 2001. – P. 421-430.

19. Mahoney M. V., Chan P. K. Learning rules for anomaly detection of hostile network traffic // *Third IEEE International Conference on Data Mining*. Melbourne, FL, USA. – 2003. – P. 601-604. – DOI: [10.1109/ICDM.2003.1250987](https://doi.org/10.1109/ICDM.2003.1250987).

References

1. Haleem, A., Javaid, M., Singh, R. P. et al. (2021). Telemedicine for healthcare: Capabilities, features, barriers, and applications. *Sens Int.*, 2, 100-117. DOI: [10.1016/j.sintl.2021.100117](https://doi.org/10.1016/j.sintl.2021.100117).

2. Wilson, L. S. and Maeder, A. J. (2015). Recent directions in telemedicine: review of trends in research and practice. *Healthcare informatics research*, 21(4), 213. DOI: [10.4258/hir.2015.21.4.213](https://doi.org/10.4258/hir.2015.21.4.213).

3. Abdullayeva, F. (2023). Cyber resilience and cyber security issues of intelligent cloud computing systems. *Results in Control and Optimization*, 12, 100-268. DOI: [\[rico.2023.100268\]\(https://doi.org/10.1016/j.rico.2023.100268\).

4. Banimfreg, B. H. \(2023\). A comprehensive review and conceptual framework for cloud computing adoption in bioinformatics. *Health care analytics*, 3. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.health.2023.100190>.

5. Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P. et al. \(2022\). Evolutionary trends in progressive cloud computing based healthcare: Ideas, enablers, and barriers. *International Journal of Cognitive Computing in Engineering*, 3, 124-135. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijcce.2022.06.001>.

6. Gortázar, F., Gallego, M., Maes-Bermejo, M., Chicano-Capelo, I. and Santos, C. \(2022\). Cost-effective load testing of WebRTC applications. *Journal of Systems and Software*, 193. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2022.111439>.

7. Beal, C. and Hontvedt, M. \(2023\). Video-based mind maps in higher education: A design-based research study of pre-service teachers' co-construction of shared knowledge. *Learning, Culture and Social Interaction*, 41. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2023.100720>.

8. Latha, R., Vetrivelan, P. and Geetha, S. \(2019\). Telemedicine Setup using Wireless Body Area Network over Cloud. *Procedia Computer Science*, 165, 285-291. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.01.074>.

9. Sandoval Rosas, A. and Alejos Martínez, J. L. \(2016\). Videoconference System Based on WebRTC With Access to the PSTN. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, 329, 105-121. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.entcs.2016.12.007>.

10. Sharma, A. and Singh, U. K. \(2022\). Modelling of smart risk assessment approach for cloud computing environment using AI & supervised machine learning algorithms. *Global Transitions Proceedings*, 3\(1\), 243-250. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gltp.2022.03.030>.

11. Mell, P. and Grance, T. \(2009\). The NIST definition of cloud computing. Version 15.10.07. Gaithersburg, MD: Information Technology Laboratory. National Institute of Standards and Technology, 53\(6\), 50.

12. Rodriguez, P., Cervifio, J., Trajkovska, I. and Salvachua, J. \(2012\). Advanced videoconferencing services based on webrtc. *IADIS International Conferences Web Based Communities and Social Media 2012 and Collaborative Technologies*, 180-184.

13. Evans, D. \(2004\). An introduction to unified communication: Challenges and opportunities. *Aslib*](https://doi.org/10.1016/j.</p>
</div>
<div data-bbox=)

Proceedings: New Information Perspectives, 56, 308-314.

14. Rodriguez, P., Gallego, D., Cervino, J., Escibano, F., Quemada, J. and Salvachua, J. (2009). Vaas: Videoconference as a service. 5th International Conference on Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing. Collaborative computing. <http://dx.doi.org/10.4108/ICST.COLLABORATECOM2009.8285>

15. Liu, W., Zhang, K., Locatis, C. and Ackerman M. (2011). Internet-based videoconferencing coder/decoders and tools for telemedicine. *Telemedicine Journal and e-Health*, 17, 358-362.

16. Wiegand, T., Sullivan, G. J., Bjontegaard, G. and Luthra, A. (2003). Overview of the H.264/AVC video coding standard. *IEEE Transactions on Circuits*

and Systems for Video Technology, 13, 560-576.

17. Hewage, C., Karim, H., Worrall, S., Dogan, S. and Kondo, A. (2007). Comparison of stereo video coding support in mpeg-4 mac, h.264/avc and h.264/svc. 4th IET International Conference on Visual Information Engineering. London: Institution of Engineering and Technology.

18. Ho, J., Hu, J. and Steenkiste, P. (2001). A conference gateway supporting interoperability between SIP and H.323. *Proceedings of the Ninth ACM International Conference on Multimedia*, 421-430.

19. Mahoney, M. V. and Chan, P. K. (2003). Learning rules for anomaly detection of hostile network traffic. *Third IEEE International Conference on Data Mining*. Melbourne, FL, USA, 601-604, DOI: 10.1109/ICDM.2003.1250987.

ТЕЛЕМЕДИЦИНА ЖӘНЕ ҚАШЫҚТЫҚТАН МЕДИЦИНАЛЫҚ БІЛІМ БЕРУ: ШЕТЕЛДІК КЕҢІСТІКТІК ЖӘНЕ ДӘСТҮРЛІ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ШЕШІМДЕРГЕ ШОЛУ

И. О. Полубоярцев*, Н. Т. Джайнакбаев

«Қазақстан-Ресей медициналық университеті» МEBBM, Қазақстан, Алматы

**Корреспондент автор*

Аңдатпа

Мақсаты. Кеңес беру мен оқытудың тиімділігін арттыру мақсатында пациенттерге телемедициналық кеңес беру және медицина қызметкерлерін оқыту үшін шетелде қолданылатын бағдарламалық шешімдерді қарастыру.

Материалдар мен әдістер. Дәстүрлі және кеңістіктік бейнеконференция жүйелері арасындағы айырмашылықтарды талдау, сондай-ақ жүйелерді анықтау және тестілеу әдістерін талдау.

Нәтижелер. Ұсынылған нәтижелер кеңістіктік шешімдер мен дәстүрлі бағдарламалық қамтамасыз ету арасындағы айырмашылықтарды түсінуге мүмкіндік береді.

Қорытындылар. Бұл шолу кеңістіктік конференция технологияларының өзектілігін бағалау және дәстүрлі технологиядан кеңістіктік ортаға көшудің негізділігін анықтау үшін пайдалануға болатын бағдарламалық шешімдердің негізгі атрибуттарын анықтайды. Жүйелердің сәйкестігін бағалау үшін бағалау үлгісі ұсынылады.

Түйін сөздер: технологиялар, кеңістіктік есептеу, телекоммуникация, телемедицина, қашықтықтан оқыту.

TELEMEDICINE AND DISTANCE MEDICAL EDUCATION: A REVIEW OF INTERNATIONAL CLOUD-BASED AND TRADITIONAL SOFTWARE SOLUTIONS

I. O. Poluboiartsev*, N. T. Jainakbayev¹

NEI «Kazakh-Russian Medical University», Kazakhstan, Almaty

**Corresponding author*

Abstract

The purpose of this review is to explore software solutions employed internationally for telemedical patient consultations and the training of medical professionals, with the goal of enhancing the efficiency of

consultations and education.

Materials and Methods. We conducted an analysis of the disparities between conventional and cloud-based video conferencing systems, along with an examination of system identification and testing methodologies.

Results. The findings presented herein facilitate a deeper comprehension of the distinctions between cloud-based solutions and conventional software.

Conclusions. This review identifies the essential characteristics of software solutions that can be utilized to evaluate the suitability of cloud conferencing technologies and justify the transition from traditional technology to a cloud-based environment. Additionally, we provide an evaluation template for assessing system compliance.

Keywords: *technologies, cloud computing, telecommunications, telemedicine, distance education.*

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ

Полубоярцев Игорь Олегович – декан орынбасары, «Қазақстан-Ресей медициналық университеті», Қазақстан, Алматы; e-mail: deymonp@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2696-5241>; SPIN: 4223-7877.

Джайнакбаев Нұрлан Темірбекұлы – ректор, медицина ғылымының докторы, профессор, «Қазақстан-Ресей медициналық университеті» МEBБМ; e-mail: rector@medkrmu.kz.

ОБ АВТОРАХ

Полубоярцев Игорь Олегович – НУО «Қазақстанско-Российский медицинский университет», Қазақстан, г. Алматы; e-mail: deymonp@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2696-5241>; SPIN: 4223-7877.

Джайнакбаев Нурлан Темирбекович – доктор медицинских наук, профессор, ректор НУО «Қазақстанско-Российский медицинский университет»; e-mail: rector@medkrmu.kz.

ABOUT AUTHORS

Poluboiartsev Igor Olegovich – Deputy Dean, Kazakh-Russian Medical University, Kazakhstan, Almaty. E-mail: deymonp@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2696-5241>; SPIN: 4223-7877.

Jainakbayev Nurlan Temirbekovich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Rector of Kazakh-Russian Medical University; e-mail: rector@medkrmu.kz.

Конфликт интересов. Все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Вклад авторов. Все авторы внесли равноценный вклад в разработку концепции, выполнение, обработку результатов и написание статьи.

Заявляем, что данный материал ранее не публиковался и не находится на рассмотрении в других издательствах.

Финансирование. Отсутствует.

Статья поступила: 12.08.2023.

Принята к публикации: 17.09.2023.