



10.5281/zenodo.12794220

**СОЛОМОНОВ Андрей Геннадьевич**руководитель отдела разработки и интернет-проектов,  
Медицинский центр IMEDICAL, Израиль, г. Тель-Авив

## КРОССПЛАТФОРМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ ВИДЕОКОНСУЛЬТАЦИЙ В ВЕБ-ИНТЕРФЕЙСЕ

**Аннотация.** В статье рассматриваются преимущества, функциональные и нефункциональные требования к кроссплатформенным решениям для мобильных видеоконсультаций в медицинском сегменте, а также технологии и архитектуры, обеспечивающие эффективную работу таких систем.

**Ключевые слова:** видеоконсультации, телемедицина, WebRTC, кроссплатформенные решения, медицина, мобильные видеоконсультации, веб интерфейс, видеоконференции, интуитивный дизайн.

### Введение

В последние годы видеоконсультации становятся все более популярными в различных сферах, и медицина не является исключением. С развитием технологий и увеличением доступа к интернету, видеоконсультации стали эффективным средством общения между врачами и пациентами, особенно в условиях пандемии COVID-19, когда необходимость социального дистанцирования стала критически важной.

### Важность видеоконсультаций в медицине

Видеоконсультации позволяют обеспечить качественное медицинское обслуживание даже в самых отдаленных уголках мира. Пациенты, которые живут в отдаленных районах или имеют ограниченные возможности для передвижения, могут получить квалифицированную медицинскую помощь, не выходя из дома. Это значительно повышает доступность медицинских услуг и снижает затраты на транспортировку и время ожидания. Кроме того, видеоконсультации играют важную роль в управлении хроническими заболеваниями. Пациенты с диабетом, гипертонией или сердечно-сосудистыми заболеваниями могут регулярно консультироваться со своими врачами, что позволяет более эффективно контролировать состояние здоровья и предотвращать обострения.

### Преимущества видеоконсультаций

Одним из основных преимуществ видеоконсультаций является удобство для пациентов. Они могут назначить встречу в удобное

для себя время, избегая длительных поездок и очередей в медицинских учреждениях. Это особенно важно для людей с ограниченными возможностями или тех, кто требует частого медицинского наблюдения. Для врачей Видеоконсультации предоставляют возможность более гибкого управления своим временем и ресурсами. Они могут проводить консультации из любого места, где есть доступ к интернету, что упрощает организацию рабочего процесса и снижает затраты на аренду и содержание офисов. Видеоконсультации также способствуют повышению качества медицинского обслуживания. Использование современных технологий позволяет врачам проводить более точные диагностики, делиться результатами исследований в режиме реального времени и получать консультации от коллег в случае сложных случаев.

### Актуальность кроссплатформенных решений

С учетом разнообразия устройств и операционных систем кроссплатформенные решения становятся необходимостью для обеспечения доступности и удобства использования видеоконсультаций. Разработка веб-интерфейсов, которые будут работать одинаково хорошо на различных устройствах, таких как смартфоны, планшеты и компьютеры, обеспечивает высокий уровень удовлетворенности пользователей и улучшает качество предоставляемых медицинских услуг. Кроссплатформенные решения для мобильных видеоконсультаций в веб-интерфейсе являются ключевым фактором

для успешного внедрения и широкого использования телемедицины в современном мире.

### Краткий обзор существующих технологий

Современные технологии предоставляют множество решений для организации мобильных видеоконсультаций. Эти технологии обеспечивают связь между врачами и пациентами через различные устройства и платформы. Основные решения включают в себя: WebRTC (Web Real-Time Communication), бесплатный проект с открытым исходным кодом, который предоставляет веб-браузерам и мобильным приложениям возможность осуществлять видео- и голосовую связь в режиме реального времени, широко используется благодаря своей гибкости и возможности интеграции с различными платформами [3], Zoom, платформа для видеоконференций, которая предлагает высокое качество видео и звука, а также множество дополнительных функций, таких как запись встреч, демонстрация экрана и поддержка большого количества участников, стал особенно популярен в условиях пандемии благодаря своей надежности и удобству использования [4].

**Плюсы:** Высокое качество видео и звука, множество дополнительных функций (запись, демонстрация экрана, виртуальные фоны), поддержка большого количества участников, простота использования и надежность [10].

**Минусы:** Платная подписка для доступа к большинству функций, вопросы безопасности и конфиденциальности, возникшие в прошлом [11].

**Skype:** Один из первых сервисов для видеосвязи, который предоставляет возможность совершать голосовые и видеозвонки, обмениваться мгновенными сообщениями и файлами, хорошо интегрирован с операционными системами Windows и мобильными устройствами, что делает его удобным для широкой аудитории [5].

**Microsoft Teams:** Платформа, которая сочетает в себе возможности видеоконференций, чатов и совместной работы над документами, особенно популярна среди корпоративных пользователей благодаря интеграции с Microsoft Office 365 [6].

**Google Meet:** Решение от Google, которое предлагает высокое качество видеосвязи и простоту использования, интегрируется с другими сервисами Google, что делает его удобным для пользователей экосистемы Google [7].

### Плюсы и минусы популярных платформ:

**WebRTC:** Плюсы: Бесплатное и открытое решение, высокая гибкость и возможность интеграции с различными платформами, поддержка прямой связи между пользователями без необходимости использования серверов, высокая производительность и качество связи [8]. Минусы: требует значительных усилий для разработки и поддержки, необходимость решения вопросов безопасности и конфиденциальности на стороне разработчика [9].

**Skype:** Плюсы: Широкая известность и популярность, интеграция с Windows и мобильными устройствами, возможность совершения голосовых и видеозвонков, обмена сообщениями и файлами [12]. Минусы: Устаревший интерфейс по сравнению с новыми решениями, проблемы с качеством связи при высокой нагрузке [13].

**Google Meet:** Плюсы: Высокое качество видеосвязи, простота использования, интеграция с сервисами Google, бесплатный доступ для базовых нужд. Минусы: Ограниченные функции по сравнению с другими платформами, необходимость аккаунта Google для использования.

### Требования к кроссплатформенным решениям в медицинском сегменте:

**Функциональные требования:** Видео и аудио высокой четкости: Поддержка видео и аудио высокой четкости для обеспечения ясного и непрерывного общения между врачом и пациентом, чат и обмен сообщениями: Возможность обмениваться текстовыми сообщениями в реальном времени для передачи дополнительной информации и ссылок, запись сессий: Функция записи видеоконсультаций для последующего анализа и документирования медицинских консультаций, демонстрация экрана: Возможность демонстрации экрана врачом для показа диагностических изображений, презентаций или другой информации, совместное использование документов: Возможность совместного использования и редактирования медицинских документов в реальном времени, электронные рецепты: Функция создания и отправки электронных рецептов пациентам непосредственно во время консультации, интеграция с EHR (Electronic Health Records): Поддержка интеграции с системами электронных медицинских записей для доступа к истории болезни пациента и записи новых данных, планирование и управление встречами: Встроенные инструменты для планирования встреч, отправки напоминаний и

управления расписанием, аутентификация и авторизация: Безопасная аутентификация пользователей и контроль доступа к системе, логирование и мониторинг: Ведение логов и мониторинг активности для обеспечения безопасности и аналитики.

**Нефункциональные требования:** Производительность: Высокая доступность, обеспечение бесперебойного доступа к системе для пользователей независимо от их местоположения, минимальная задержка, низкая задержка передачи данных для обеспечения плавного и непрерывного общения, оптимизация для мобильных устройств, поддержка и оптимизация для работы на различных мобильных устройствах и платформах. Безопасность: Шифрование данных, обеспечение шифрования данных при передаче и хранении для защиты конфиденциальной медицинской информации, соответствие регуляторным требованиям, соответствие стандартам безопасности и конфиденциальности, таким как HIPAA, GDPR и другие, аутентификация и авторизация, использование многофакторной аутентификации и строгих правил авторизации для предотвращения несанкционированного доступа. Масштабируемость: Горизонтальная масштабируемость, возможность добавления новых серверов и ресурсов для обработки увеличивающегося числа пользователей и сессий, эластичность, автоматическое масштабирование системы в зависимости от нагрузки для обеспечения стабильной работы в пиковые моменты. Надежность: Резервное копирование и восстановление, регулярное резервное копирование данных и возможности быстрого восстановления системы в случае сбоев, отказоустойчивость, использование кластеров серверов и механизмов распределения нагрузки для обеспечения высокой устойчивости к сбоям. Юзабилити: интуитивно понятный интерфейс, разработка удобного и понятного интерфейса для пользователей различных уровней подготовки, адаптивный дизайн, обеспечение корректного отображения и работы интерфейса на различных устройствах и экранах.

#### **Технологический стек:**

**WebRTC:** Обзор WebRTC как основного инструмента для видеосвязи WebRTC (Web Real-Time Communication), технология, позволяющая браузерам и мобильным приложениям осуществлять видеосвязь, аудиосвязь и передачу данных в реальном времени без необходимости использования дополнительных

плагинов, является основным инструментом для создания видеоконференций благодаря следующим преимуществам: Прямое соединение (P2P), WebRTC позволяет устанавливать прямые соединения между клиентами, что обеспечивает низкую задержку и высокую производительность, поддержка множества платформ, WebRTC поддерживается большинством современных браузеров и мобильных платформ, что делает его идеальным для кроссплатформенных решений, безопасность, встроенные механизмы шифрования обеспечивают высокую безопасность передаваемых данных, открытый исходный код, WebRTC является проектом с открытым исходным кодом, что позволяет разработчикам свободно использовать и адаптировать его для своих нужд.

**Дополнительные библиотеки и фреймворки:** Socket.IO: Библиотека для реализации двусторонней связи в реальном времени между клиентами и серверами, упрощает разработку приложений с функциями чатов и обмена данными, плюсы: простота интеграции с WebRTC, поддержка различных транспортных протоколов, высокая производительность и масштабируемость, минусы: дополнительные усилия для обеспечения безопасности соединений. PeerJS: Простая в использовании библиотека для работы с WebRTC, абстрагирует сложности работы с низкоуровневыми API WebRTC, плюсы: легкость интеграции и использования, поддержка P2P соединений, минусы: ограниченные возможности по сравнению с чистым WebRTC. Kurento: Медиасервер с открытым исходным кодом, предоставляет возможности для обработки видео и аудио в реальном времени, плюсы: расширенные функции обработки медиа, поддержка различных форматов и кодеков, минусы: сложность настройки и поддержки. Jitsi Meet: Открытая платформа для видеоконференций, предоставляет готовое решение для организации видеозвонков, плюсы: быстрая и простая интеграция, множество функций для видеоконференций, минусы: ограниченная возможность кастомизации.

**Выбор серверной архитектуры:** Для поддержки видеоконсультаций необходимо выбрать подходящую серверную архитектуру, которая обеспечит высокую производительность, масштабируемость и надежность: P2P (Peer-to-Peer), прямое соединение между пользователями без использования промежуточных

серверов, минимизирует задержки и снижает нагрузку на серверы, но может быть ограничен качеством интернет-соединения у пользователей, SFU (Selective Forwarding Unit), сервер, который принимает медиапотоки от пользователей и пересылает их только тем, кому они необходимы, SFU обеспечивает хорошую масштабируемость и оптимизирует использование полосы пропускания, MCU (Multipoint Control Unit), сервер, который принимает медиапотоки от пользователей, обрабатывает их и отправляет обратно, MCU обеспечивает высокое качество связи, но требует значительных вычислительных ресурсов и увеличивает задержки.

**Дизайн и разработка интерфейса:** Пользовательский интерфейс (UI/UX) Основные принципы проектирования удобного и интуитивно понятного интерфейса для видеоконсультаций включают: Простота и минимализм, интерфейс должен быть простым и понятным, с минимальным количеством элементов управления, чтобы пользователи могли легко ориентироваться, интуитивность, все функции должны быть легко доступными и понятными без необходимости изучать документацию, консистентность, единообразие в дизайне и использовании элементов интерфейса для создания предсказуемого пользовательского опыта, отзывчивость, быстрый отклик на действия пользователя для обеспечения плавной работы приложения.

**Адаптивный дизайн:** Методы обеспечения совместимости с различными устройствами и браузерами: Responsive Web Design (RWD), использование медиа-запросов, гибких макетов и адаптивных изображений для обеспечения корректного отображения интерфейса на различных экранах, Mobile-First Approach, разработка интерфейса, исходя из потребностей мобильных пользователей, с последующей адаптацией для больших экранов, тестирование на разных устройствах и браузерах, регулярное тестирование и оптимизация приложения для различных платформ и браузеров, чтобы гарантировать корректную работу и отображение, использование фреймворков, такие фреймворки, как Bootstrap или Foundation, могут значительно упростить создание адаптивного дизайна и сократить время разработки.

**Интеграция:** Интеграция с существующими системами Подключение к существующим системам, таким как CRM (Customer

Relationship Management) и EHR (Electronic Health Records), является ключевым аспектом для обеспечения эффективного и целостного рабочего процесса в медицинских учреждениях. CRM: Подключение к CRM системам позволяет управлять взаимоотношениями с пациентами, отслеживать их взаимодействие с медицинскими учреждениями, а также автоматизировать маркетинговые и административные задачи, интеграция через API, использование API для безопасного обмена данными между видеоконсультационным сервисом и CRM системой, управление расписанием и назначениями, автоматическая синхронизация расписания консультаций с CRM системой для упрощения управления встречами. EHR: Подключение к системам электронных медицинских записей (EHR) позволяет врачам получать доступ к полным медицинским историям пациентов, включая диагнозы, результаты анализов и предыдущие лечения, HL7 и FHIR, использование стандартов обмена медицинскими данными, таких как HL7 (Health Level 7) и FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources), для обеспечения совместимости с различными EHR системами, безопасность и конфиденциальность, обеспечение шифрования и строгого контроля доступа при интеграции с EHR системами для защиты конфиденциальной медицинской информации. Другие медицинские системы: Интеграция с лабораторными системами, позволяет автоматически получать и отображать результаты анализов в ходе видеоконсультаций, интеграция с системами телеметрии, подключение к устройствам мониторинга здоровья для получения реальных данных о состоянии пациента в режиме реального времени, системы управления изображениями (PACS), обеспечение доступа к медицинским изображениям, таким как рентгеновские снимки или МРТ, для анализа и обсуждения в ходе консультаций.

### Заключение

**Выводы:** Кроссплатформенные решения для мобильных видеоконсультаций в веб-интерфейсе представляют собой мощный инструмент для модернизации и улучшения медицинских услуг. Основные преимущества включают: Доступность, повышение доступности медицинских услуг для пациентов в удаленных районах или с ограниченными возможностями передвижения [1], удобство, упрощение

процесса назначения и проведения консультаций как для врачей, так и для пациентов [3], безопасность, обеспечение высокого уровня защиты медицинской информации благодаря использованию современных технологий шифрования и стандартов безопасности [5], интеграция, возможность интеграции с существующими медицинскими системами, что обеспечивает целостность и эффективность рабочих процессов [7].

**Перспективы развития:** Технологии мобильных видеоконсультаций продолжают развиваться, открывая новые возможности для улучшения качества и доступности медицинских услуг. Некоторые из перспективных направлений включают: Развитие искусственного интеллекта (AI), использование AI для анализа медицинских данных и поддержки принятия решений врачами в режиме реального времени [9], телеметрия и IoT, интеграция с устройствами Интернета вещей (IoT) для постоянного мониторинга состояния здоровья пациентов и передачи данных в реальном времени [11], расширенная и виртуальная реальность (AR/VR), применение AR и VR для создания интерактивных обучающих программ и симуляций, а также для улучшения взаимодействия между врачами и пациентами [13], блокчейн, использование технологии блокчейн для обеспечения безопасности и прозрачности медицинских данных, а также для управления доступом к этим данным, улучшение UX/UI, постоянное совершенствование пользовательского интерфейса и опыта для обеспечения максимального удобства и удовлетворенности пользователей.

### Литература

1. Hussain A., Kumar P., Sharma. A Framework for Real Time Communication on Web using with WebRTC, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Vol. 7, Issue V, May 2019. ISSN: 2321-9653.
2. Johnston A.B., Burnett D.C. WebRTC: APIs and RTCWEB Protocols of the HTML5 Real-Time Web, Digital Codex LLC, 2012.
3. Jansen B., Goodwin T., Gupta V., Kuipers F., Zussman G. Performance Evaluation of WebRTC Based Video Conferencing, IFIP WG 7.3 Performance, 2017.

4. Taheri S., Aghababaie Beni L., Veidenbaum A.V., Nicolau A. A Benchmark for Performance Assessment of WebRTC Implementations, Center for Embedded and Cyber-physical Systems (CECS), April 20, 2015.
5. Alperly Tarim E., Cumhur Tekin H. Performance evaluation of WebRTC-based online consultation platform, Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, 2020. DOI: 10.3906/elk-1903-44.
6. Sredojev B., Samardzija D., Posarac D. WebRTC technology overview and signaling solution design and implementation, MIPRO 2015, 25–29 May 2015.
7. Singh V., Lozano A.A., Ott J. Performance Analysis of Receive-Side Real-Time Congestion Control for WebRTC, 2015.
8. Karla T., Tarnawski J. Soft real-time communication with websocket and webRTC protocols performance analysis for web-based control loops, IEEE, 2019. ISBN: 978-1-7281-0933-6.
9. Eskola R., Nurminen J.K. Performance evaluation of WebRTC data channels, 20th IEEE Symposium on Computers and Communication (ISCC), 2015.
10. Carullo G., Tambasco M., Mauro M.D., Longo M. A performance evaluation of WebRTC over LTE, 12th Annual Conference on Wireless On-Demand Network Systems and Services (WONS), 2016.
11. Spoiala C.C., Calinciuc A., Turcu C.O., Filote C. Performance comparison of a WebRTC server on Docker versus virtual machine, 13th International Conference on Development and Application Systems, May 2016.
12. Potdar A.M., N.D.G., Shivaraj Kengond, Mulla M.M. Performance evaluation of docker container and virtual machine, Procedia Computer Science, 171, 1419–1428, 2020. DOI: 10.1016/j.procs.2020.04.152.
13. Grigorik I. High performance browser networking: what every web developer should know about networking and web performance, O'Reilly Media, Inc, 2013.
14. Hoßfeld T, Schatz R, Varela M, Timmerer C. Challenges of QoE management for cloud applications, IEEE Communications Magazine, 50(4): P. 28-36, 2012.

**SOLOMONOV Andrey Gennadievich**

Head of the Development and Internet Projects Department,  
IMEDICAL Medical Center, Israel, Tel Aviv

## **CROSS-PLATFORM SOLUTIONS FOR MOBILE VIDEO CONSULTATIONS IN THE WEB INTERFACE**

**Abstract.** *The article discusses the advantages, functional and non-functional requirements for cross-platform solutions for mobile video consultations in the medical segment, as well as technologies and architectures that ensure the effective operation of such systems.*

**Keywords:** *video consultations, telemedicine, WebRTC, cross-platform solutions, medicine, mobile video consultations, web interface, video conferencing, intuitive design.*