

УДК 004.413  
DOI: 10.15827/0236-235X.135.457-465

Дата подачи статьи: 16.02.21  
2021. Т. 34. № 3. С. 457–465

## Сравнительный анализ средств видео-конференц-связи для дистанционного обучения

М.Б. Суханов<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, [msukhanov@yandex.ru](mailto:msukhanov@yandex.ru)

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург, 191186, Россия

Проблема пандемии коронавирусной инфекции привела к необходимости перехода на дистанционное обучение и выбора средств видео-конференц-связи для проведения лекционных и практических занятий дистанционно. Объектом данного исследования является ПО видео-конференц-связи.

Анализ публикаций по теме показал, что в настоящее время в научной литературе трудно найти обоснованные рекомендации по выбору современных средств информатизации для дистанционного обучения, мало изучены перспективы использования веб-платформ и платформ видео-конференц-связи как исследователями, так и участниками. Большой популярностью пользуются программные средства иностранных компаний.

В статье проведено сравнение функциональных возможностей и особенностей ПО для видео-конференц-связи. Рассмотрены требования к компьютеру и мобильным устройствам, их технические характеристики, наиболее важные для обеспечения качественной видео-конференц-связи. Приведен пример исследования динамики производительности основных компьютерных ресурсов во время видеоконференции Zoom. Данные о производительности были получены с помощью программы «Диспетчер задач», входящей в состав операционной системы Windows 10. Показано, что программы для видео-конференц-связи потребляют много компьютерных ресурсов (процессор, оперативная память).

Выявлены тенденции в применении программных средств видео-конференц-связи в российском дистанционном обучении – переход на использование корпоративных решений Microsoft, совместное использование Office 365 и Microsoft Teams, широкое применение программного средства Zoom. Поскольку видеозаписи занятий являются интеллектуальной собственностью, целесообразно импортозамещение зарубежных средств видео-конференц-связи. Преимуществами таких средств должны быть высокая надежность, безопасность, оценка уровня удовлетворенности обучающихся, когнитивный интерфейс.

**Ключевые слова:** онлайн-обучение, веб-конференция, видеосвязь, облачные сервисы, ноутбук, смартфон, импортозамещение.

Видео-конференц-связь находит применение там, где необходимы оперативный анализ ситуации и принятие решений, консультация специалиста или совместная работа в режиме удаленного доступа над проектами и т. д. [1, 2]. Проектное обучение с использованием интерактивных видеоконференций позволяет сотрудничать, принимать решения, использовать знания и разделять ответственность [3]. За последние несколько лет системы видео-конференц-связи претерпели ряд изменений, которые позволили использовать ее приложения в персональных устройствах для большого числа пользователей [4].

В контексте пандемии COVID-19 переход к дистанционному онлайн-обучению потребовал от многих преподавателей, учителей, студентов, родителей и администраторов полагаться на системы видео-конференц-связи для синхронной коммуникации. В исследовании [5]

были проанализированы четыре широко используемые системы: Zoom, Skype, Microsoft Teams и WhatsApp. Существенное увеличение количества дистанционных занятий привело к тому, что возросла актуальность обеспечения качества таких занятий путем выбора подходящего аппаратного и программного обеспечения. Для оценки качества мультимедиа с использованием объективного подхода в статье [6] рассмотрены три популярных приложения видео-конференц-связи – Zoom, Microsoft Teams и Cisco Webex.

В настоящее время на рынке присутствует большое количество моделей настольных компьютеров, ноутбуков, моноблоков, смартфонов, планшетов, а также ПО для видео-конференц-связи. В то же время в научной литературе трудно найти подходящие рекомендации по выбору современных средств информатизации для *дистанционного обучения* (ДО). Кроме

того, мало изучены перспективы использования веб-платформ и платформ видео-конференц-связи как исследователями, так и участниками [7]. В [8] введено понятие удовлетворенности студентов, которая определяется процессом ДО посредством видео-конференц-связи, обоснована актуальность разработки программного средства оценки уровня удовлетворенности студентов.

В данной статье проводится сравнительный анализ средств видео-конференц-связи с учетом функциональных возможностей, системных требований, даны рекомендации по выбору ноутбука и смартфона для их применения.

### ПО видео-конференц-связи

Мировым лидером в области разработки и лицензирования продуктов для передачи голоса и видео по IP-каналам является российская компания SPIRIT, разработчик программного продукта VideoMost [9]. Тем не менее, для проведения дистанционных занятий в России прежде всего используется коммуникационное ПО, например, Zoom, Microsoft Teams, Skype, Discord и др. Для их работы необходимо подключение к сети Интернет.

Zoom – акционерная компания открытого типа со штаб-квартирой в Сан-Хосе, штат Калифорния [10]. Разработчиками Microsoft Teams и Discord тоже являются иностранные компании [11, 12].

Zoom запускается даже на слабых компьютерах с одноядерными процессорами, частота которых начинается от 1 ГГц [13].

В зависимости от операционной системы (на компьютерах и ноутбуках) или мобильной платформы (на смартфонах и планшетах) системные требования Microsoft Teams могут сильно отличаться [14]. В связи с програм-

мными изменениями минимальные системные требования могут время от времени меняться.

Основные функциональные возможности и условия использования ПО для видео-конференц-связи отражены в таблице 1.

Под каналом в программах для видео-конференц-связи понимают, как правило, функциональную особенность ПО, которая обеспечивает пользователям подключение к нему, постоянный доступ к контенту, например, возможность просмотреть, загрузить и скачать файлы.

Программа Discord позволяет приобрести подписку на дополнительный платный контент. Помимо бесплатной, существует и коммерческая версия программы Skype. Данная программа позволяет размещать файлы, но они медленно загружаются. Существуют также платные версии программы Zoom.

Базовый набор того, что можно выбрать в Zoom для демонстрации на экране, показан на рисунке 1.

В Zoom входит инструмент, который позволяет рисовать, добавлять текст в изображения как на рабочем столе, так и в специальной области экрана – доске сообщений (Whiteboard). В этом могут быть задействованы все участники видеоконференции (рис. 2). У организаторов конференции данный инструмент называется «Комментир».

Расширенные возможности приложения Zoom позволяют, в частности, показывать материалы со второй камеры, что используется для показа информации на бумажных носителях.

Все программы, перечисленные в таблице 1, могут быть установлены на настольном компьютере, ноутбуке и смартфоне. В таблице 2 показана возможность работы на этих устройствах в браузере. Работа в MS Teams на мо-

Таблица 1

Сравнительный анализ ПО для видео-конференц-связи

Table 1

Comparative analysis of video conferencing software

Функциональная возможность	Программное средство			
	Zoom	MS Teams	Discord	Skype
Видеосвязь	+	+	+	+
Создание канала	–	+	+	+
Размещение файлов на каналах	–	+	+	+
Назначение заданий	–	+	–	–
Инструмент комментирования в окне трансляции	+	–	–	–
Совместное использование доски сообщений	+	+	–	–
Бесплатно	+	–	+	+

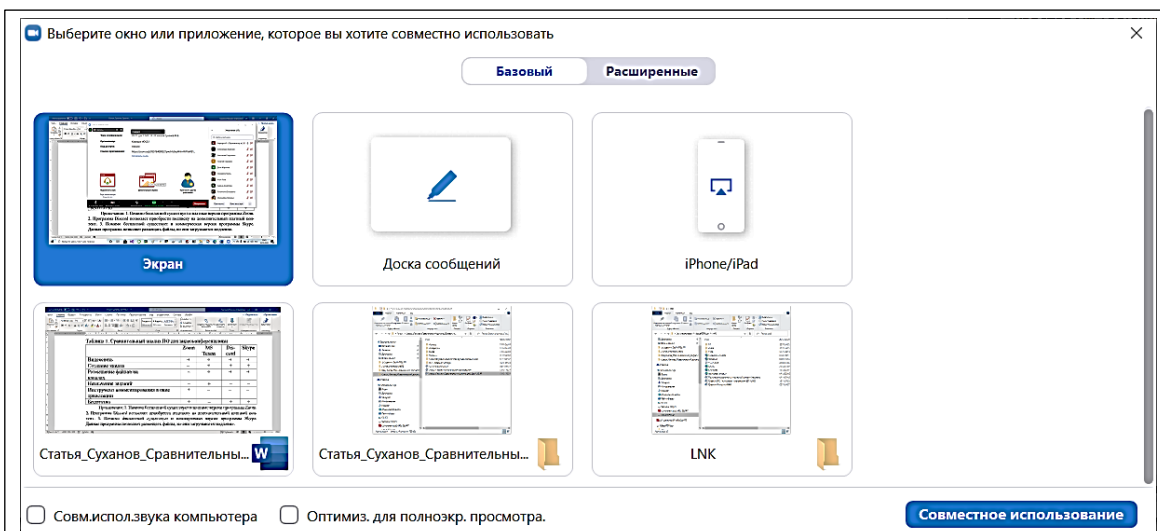


Рис. 1. Базовый набор приложений в Zoom

Fig. 1. Basic set of apps in Zoom

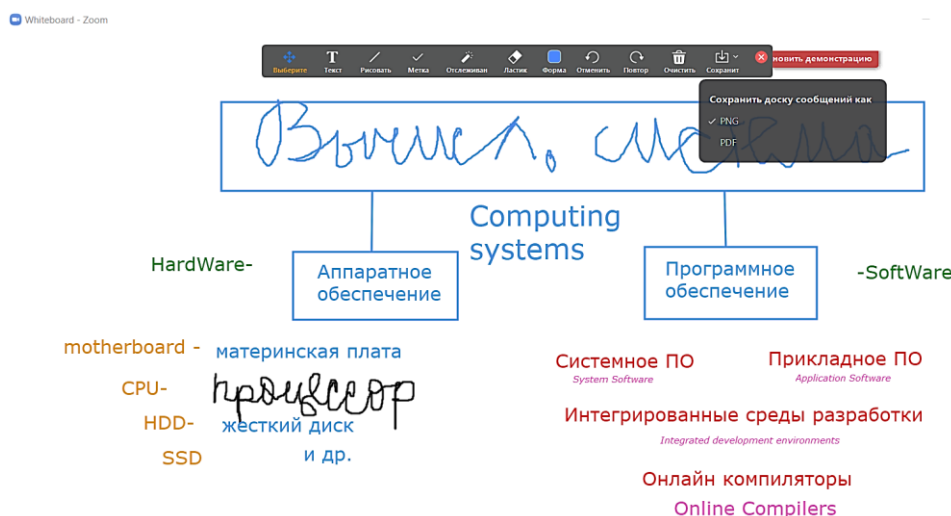


Рис. 2. Пример использования доски сообщений на занятии в Zoom

Fig. 2. The example of using a Whiteboard in a Zoom class

бильных устройствах возможна только после установки данного приложения.

Таблица 2  
Возможность работы через браузер  
Table 2  
The possibility to work through the browser

Устройство	Программное средство			
	Zoom	MS Teams	Discord	Skype
Настольный компьютер	+	+	+	+
Моноблок	+	+	+	+
Ноутбук	+	+	+	+
Смартфон, планшет	+	-	+	+

У программ, перечисленных в таблице 2, поддерживается возможность работы через приложение. При этом приложение, установленное на компьютере, принято называть Desktop-приложением, а на телефоне – мобильным приложением.

Для организации и проведения конференций в Zoom необходима регистрация на сайте разработчика данного приложения. Что касается необходимости авторизации при подключении участников, то это зависит от настроек, установленных организатором конференции.

Большую популярность у обучающихся имеет программа Discord, поскольку широко

используется в игровом сообществе. Ее достоинством является то, что она бесплатная, позволяет осуществлять не только видеосвязь, но и хранение, редактирование и обмен файлами (учебными материалами, отчетами о выполнении заданий). Был случай, когда один из студентов не мог подключиться к конференции Zoom, а другой, подключившийся, транслировал ему Zoom через конференцию Discord.

В отличие от программы Discord для видео-конференц-связи в обучении студентов наиболее часто применяются такие программы, как Zoom и Microsoft Teams. Программа MS Teams входит в состав MS Office 365. Обычно она используется вместе с LMS (Learning Management System) Moodle. При этом в Moodle преподаватели размещают учебные материалы и задания, которые могут быть тестами либо заданиями на основе существующего. Сами тесты можно создавать с помощью MS Teams.

Как правило, в Moodle размещают только небольшие файлы (не более 2 Мб), однако можно размещать и ссылки на файлы. Довольно часто преподавателям приходится размещать в Moodle ссылки на дистанционные занятия, проведенные в MS Teams.

### Требования к компьютеру для качественной видео-конференц-связи

Программы для видео-конференц-связи потребляют много компьютерных ресурсов (прежде всего процессорное время, оператив-

ную память), для их работы характерно высокое энергопотребление. На рисунке 3 приведен пример использования компьютерных ресурсов для одной из видеоконференций. В списке приложений Zoom Meetings (32 бита) означает само приложение Zoom, а Zoom Meetings (32 бита) (2) – окно трансляции, то есть текущей видеоконференции. Данные приложения занимают в оперативной памяти 95,3 и 247,6 Мб соответственно. При этом загрузка процессора окном трансляции составляла 11,6 % от общей загрузки центрального процессора (ЦП), общая загрузка ЦП – 15 %, графического процессора – 12 %, а оперативной памяти – 33 % при очень высоком уровне энергопотребления. Нагрузка на сеть близка к нулю, из чего можно сделать вывод, что какие-либо большие файлы не скачивались за время наблюдения.

На рисунке 4 показана динамика основных компьютерных ресурсов во время проведения дистанционного занятия с использованием приложения Zoom.

Общая нагрузка на ЦП составляла 17 % при быстродействии процессора 2,75 ГГц, а общая загрузка оперативной памяти – 38 %. Данные на рисунке 4 коррелируют с результатами, приведенными на рисунке 3. Небольшое различие значений обусловлено тем, что сбор данных диспетчером задач осуществляется динамически и выводимая информация обновляется.

Для обеспечения наилучшего качества связи во время онлайн-видео-конференций желательно, чтобы рабочее место пользователя

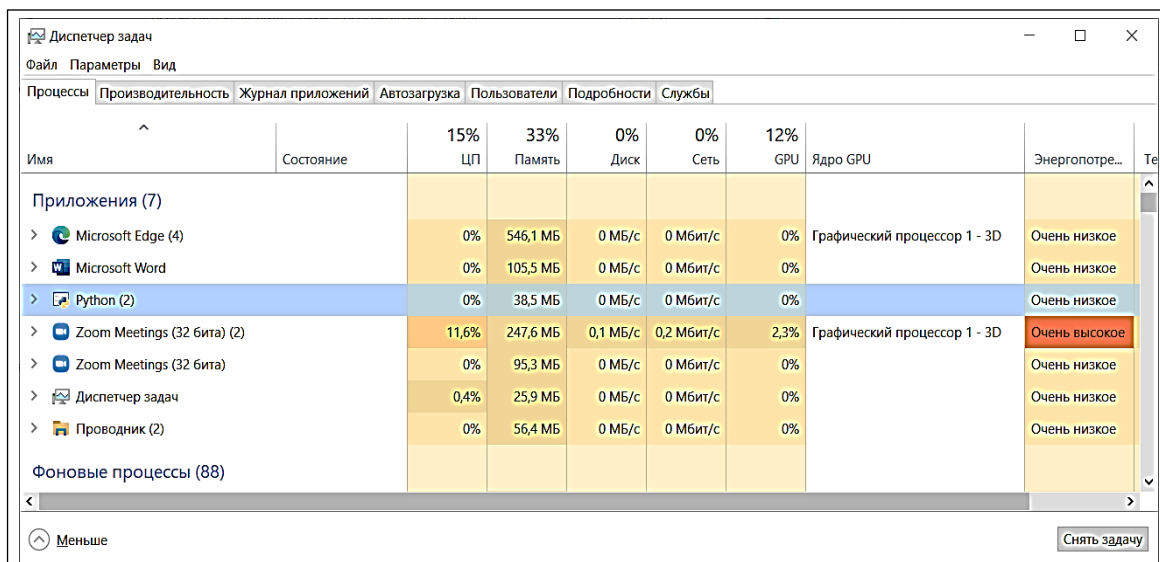
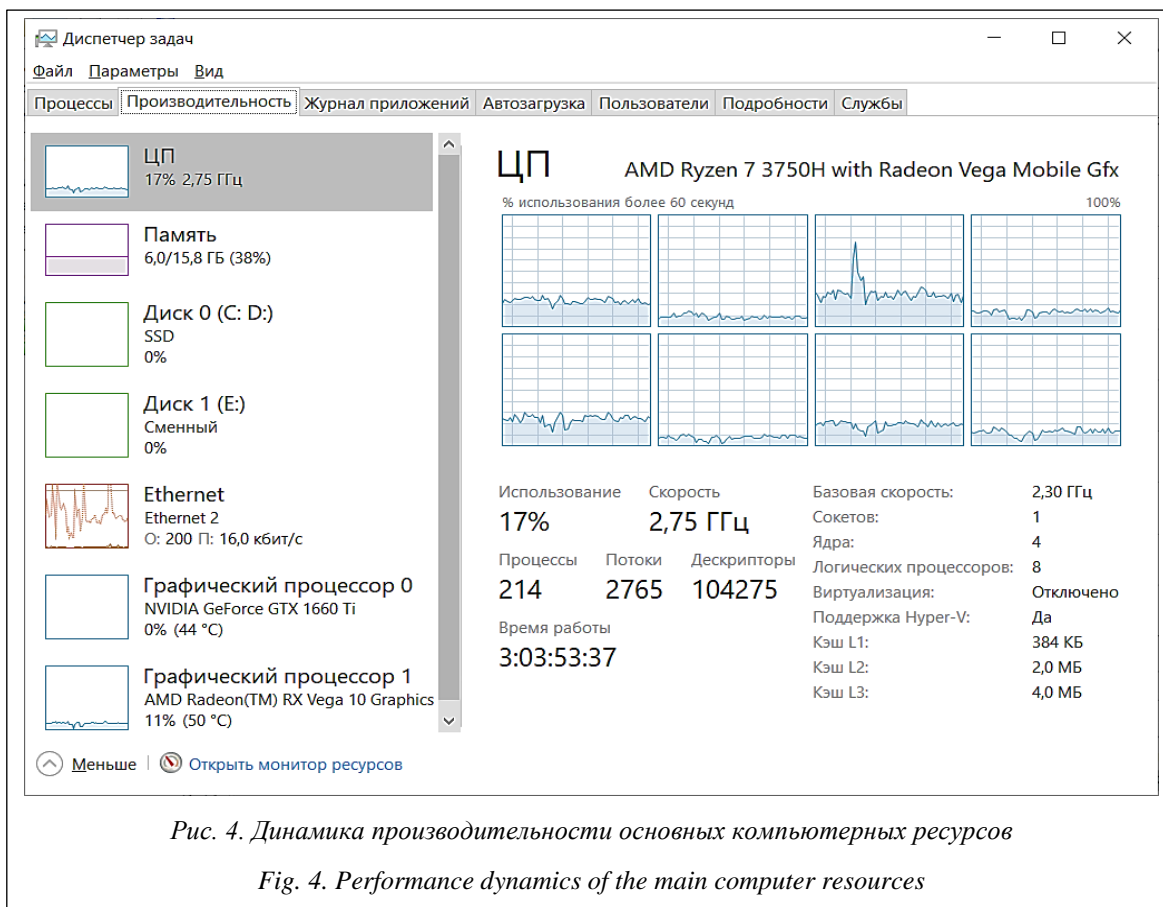


Рис. 3. Пример потребления компьютерных ресурсов приложением Zoom

Fig. 3. The example of computer resource consumption by the Zoom application



удовлетворяло перечисленным далее программным и аппаратным требованиям [15].

PC с OS Windows:

- ПК с CPU Intel Pentium 4, 2 ГГц или AMD 64 3000 + 2 ГГц как минимум; рекомендуется Intel Core i5 1.8 ГГц или выше;
- необходимо отключить дополнительные функции звуковой карты и микрофона (шумодавление, эхоподавление, 3D-эффекты и т.п.);
- гарнитура или микрофон и колонки;
- видеочамера с разрешением видео не менее 640×480 и частотой кадров не менее 30 Гц (механизм усиления яркости должен быть отключен);
- Windows XP (SP3), Windows Vista (SP2), Windows 7(SP1) или Windows 8; для инсталляции ПО нужно иметь учетную запись Power User (для Windows XP) или Administrator (для остальных Windows-платформ);
- веб-браузер, любой из следующих: Internet Explorer 8, 9, 10, 11 (32- или 64-разрядные), Mozilla Firefox 17-34, Google Chrome 16-39;
- интернет-соединение со скоростью: входящий трафик – 500 Кбит/с, исходящий – 500–2 500 Кбит/с.

Mac OS X:

- компьютер Apple с CPU Intel Core2Duo 2.0 ГГц или выше;
  - полнодуплексная звуковая карта;
  - гарнитура или микрофон и колонки;
  - встроенная камера iSight или подключаемая к компьютеру видеочамера с разрешением видео не менее 640×480 с частотой кадров не менее 30 Гц (механизм усиления яркости отключен);
  - OS X 10.7.\*, 10.8.\*, 10.9.\*, 10.10.\*; для установки ПО потребуется учетная запись типа «Администратор»;
  - веб-браузер, любой из следующих: Safari 6.2, 7.1, 8.0 (32-, 64-разрядные), Mozilla Firefox 17-34, Google Chrome 16-39;
  - интернет-соединение со скоростью: входящий трафик – 500 Кбит/с, исходящий – 500–2 500 Кбит/с.
- Рекомендуется не запускать параллельно сеансу видео-конференц-связи ПО, которое интенсивно потребляет ресурсы центрального процессора, диска и интернет-канала. Примерами такого ПО являются антивирусные программы, осуществляющие дефрагментацию дисков утилиты, клиенты автоматического об-

новления ПО, торрент-клиенты, сторонние голосовые и видео-интернет-телефоны, видеоредакторы и т.п. Влияние характеристик каналов связи на качество оказываемых услуг видео-конференц-связи рассмотрено в [16], а адаптивное управление ее сервером – в статье [17].

При выборе настольного компьютера и ноутбука для ДО целесообразно уделить внимание следующим аспектам: поколение процессора, его частота, объем оперативной памяти, наличие веб-камеры. Сейчас наблюдается тенденция вместо обычной оперативной памяти добавлять память непосредственно процессору.

В современных ноутбуках размещены процессоры седьмого либо девятого поколения с несколькими ядрами, например 6–8. Как правило, процессор один, хотя может быть и графический сопроцессор, а ядер несколько. В этом случае мы имеем дело с симметричной не мультипроцессорной, а многоядерной архитектурой – она наиболее распространенная.

Перед приобретением ноутбука и моноблока следует проверить монитор: на нем не должно быть сколов, трещин, битых пикселей. Нужно выяснить, под каким логином выполняется вход в компьютер. Он должен быть таким, чтобы не компрометировать владельца компьютера перед другими людьми.

Важно выяснить, какая операционная система установлена на компьютере. Очень часто даже на топовых игровых ноутбуках установлена Windows 10 Home SL, то есть для одного языка (single language). Если планируется применять компьютер для обучения людей на другом языке, то больше подходит операционная система с лицензией, позволяющей изменить язык интерфейса. Для этого подходят Windows 10 Home и Windows 10 Professional. При необходимости на компьютере могут быть установлены несколько операционных систем, например, одна с интерфейсом на русском языке, а другая на английском.

Мощный процессор нужен для передачи видео, запуска программ, требовательных к ресурсам компьютера, без «торможения» при демонстрации решения задач во время видеоконференций. Наличие SSD-диска дает возможность запускать с него операционную систему, чтобы скорее начать видеоконференцию и быстро выполнять действия с папками и файлами.

Для подключения к Интернету ноутбука и настольного компьютера удобно использовать USB-модем либо роутер Wi-Fi. Последний

обычно может обеспечить подключение к Интернету нескольких компьютеров, в том числе запасного, что важно для обеспечения надежной связи в ДО.

Запасным вариантом также является видео-конференц-связь через мобильные устройства. Если они подключаются к Интернету независимо от роутера, то в целом надежность системы для ДО еще больше.

При проведении зачетов, экзаменов и особенно при защите выпускных квалификационных работ требуется, чтобы была включена веб-камера для идентификации личности студента онлайн. Поэтому удобно, когда веб-камера входит в состав ноутбука. В мобильных устройствах ее роль выполняет фотокамера.

IPS-дисплей нужен для отличной цветопередачи, что важно для компьютерного дизайна и комфортной работы для глаз длительное время. Для компьютерного дизайна рекомендуется, чтобы диагональ экрана была 17,3".

Желательно, чтобы ноутбук имел не менее трех USB-разъемов, а сами они были USB 3.0. Это важно для высокой скорости перемещения видеозаписей занятий на переносной жесткий диск. HDMI-разъем дает возможность подключения ноутбука к мультимедийному проектору либо широкоформатному монитору, что удобно при демонстрации видеозаписей в компьютерном классе. Качество записи и воспроизведения звука зависит от качества микрофона, точнее аудиосистемы, в которую, помимо микрофона, входит звуковая карта.

При выборе мобильных устройств для видео-конференц-связи целесообразно учитывать следующие параметры: размер дисплея – от 5.5", время автономной работы – от 7 часов, время работы в режиме видеозвонка – от 4 часов. При выборе ноутбука для видео-конференц-связи и ДО можно рекомендовать такую конфигурацию: серия процессора 5, 7 или 9, SSD-дисковод от 512 Гб, оперативная память не менее 16 Гб, IPS-дисплей, веб-камера, USB 3.0, не менее трех USB, HDMI-разъем, диагональ экрана 17.3 дюйма.

## Выводы

Качество технических средств обеспечения учебного процесса в условиях ДО существенно влияет на эффективность занятий и восприятие учебного материала обучающимися. Большинство современных настольных компьютеров, ноутбуков, смартфонов высокой и средней ценовой категории могут успешно применяться

для видео-конференц-связи. Системные требования программных средств видео-конференц-связи существенно зависят от типа операционной системы. Многие технические проблемы могут быть решены использованием качественного ноутбука, в который уже интегрированы все основные компоненты, включая веб-камеру и микрофон.

В настоящее время средства видео-конференц-связи имеют большой спрос. В учебном процессе ДО широко используются программные средства Zoom. Они могут работать даже на слабых компьютерах. Во многих российских вузах наблюдается тенденция перехода на корпоративные решения Microsoft, в частно-

сти, на совместное использование Office 365 и Microsoft Teams. На рынке программных средств видео-конференц-связи лидируют иностранные компании-разработчики, а видеозаписи занятий представляют собой интеллектуальную собственность. Поэтому актуальной задачей ИТ-отрасли в России является разработка отечественных средств видео-конференц-связи в рамках концепции импортозамещения ПО. Конкурентными преимуществами таких программных средств должны быть высокая надежность, безопасность, оценка уровня удовлетворенности обучающихся процессом ДО посредством видео-конференц-связи, когнитивный интерфейс.

### Литература

1. Караулова О.А., Киреева Н.В. Аппаратные и программные решения видеоконференцсвязи // III Научн. форум ТТТ-2019: матер. XXI Междунар. науч.-технич. конф. 2019. С. 317–318.
2. Aslam W. Videoconferencing and higher education teaching in politics and international relations classrooms. *Politics*, 2017, vol. 37, no. 4, pp. 500–519. DOI: 10.1177/0263395716633708.
3. Sáez-López J.-M., Feliz-Murias T., Holgueras-González A.-I. Interactive videoconferencing in educational settings. *IJWLTT*, 2017, vol. 13, no. 1, pp. 80–93. DOI: 10.4018/ijwltt.2018010106.
4. Alonso Á., Aguado I., Salvachua J., Rodríguez P. A methodology for designing and evaluating cloud scheduling strategies in distributed videoconferencing systems. *IEEE Transactions on Multimedia*, 2017, vol. 19, no. 10, pp. 2282–2292. DOI: 10.1109/TMM.2017.2733301.
5. Correia A.-P., Liu Ch., Xu F. Evaluating videoconferencing systems for the quality of the educational experience. *Distance Education*, 2020, vol. 41, no. 4, pp. 429–452. DOI: 10.1080/01587919.2020.1821607.
6. Debajyoti P., Vajirasak V., Syamal P. Online learning during COVID-19. *Proc. XI Conf. IAIT*, 2020, art. 27, pp. 1–6. DOI: 10.1145/3406601.3406632.
7. Mandy M.A., Rachel C.A., Mavourneen G.C., and Lawless M. Using zoom videoconferencing for qualitative data collection: perceptions and experiences of researchers and participants. *International Journal of Qualitative Methods*, vol. 18. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1609406919874596> (дата обращения: 15.02.2021). DOI: 10.1177/1609406919874596.
8. Исмагилова А.Ф., Дудина Д.С., Алейников С.А. Разработка средств оценки уровня удовлетворенности студентов процессом дистанционного обучения посредством видеоконференцсвязи // Научный результат. Информационные технологии. 2020. Т. 5. № 4. С. 44–52. DOI: 10.18413/2518-1092-2020-5-4-0-7.
9. О компании. URL: <https://www.videomost.com/company/> (дата обращения: 15.02.2021).
10. О компании Zoom. URL: <https://zoom.us/ru-ru/about.html> (дата обращения: 15.02.2021).
11. Microsoft Teams. URL: <https://www.microsoft.com/ru-ru/microsoft-teams/group-chat-software> (дата обращения: 15.02.2021).
12. Discord. Организуйте пространство, где найдется место каждому. URL: <https://discord.com/companу> (дата обращения: 15.02.2021).
13. Системные требования Zoom. URL: <https://zoom-russian.ru/2020/10/04/sistemnye-trebovaniya-zoom/> (дата обращения: 15.02.2021).
14. Системные требования Microsoft Teams. URL: <https://ms-teams.ru/faq/system-requirements-microsoft-teams> (дата обращения: 15.02.2021).
15. Руководство пользователя. Портал Web-видеоконференций. URL: [https://moscow.fas.gov.ru/sites/moscow.f.isfb.ru/files/news/2020/03/31/rukovodstvo\\_polzovatelya.pdf](https://moscow.fas.gov.ru/sites/moscow.f.isfb.ru/files/news/2020/03/31/rukovodstvo_polzovatelya.pdf) (дата обращения: 15.02.2021).
16. Тюхтяев Д.А., Жуйкова С.А., Кирьянова Н.И. Влияние характеристик каналов связи на качество оказываемых услуг видеоконференцсвязи // Проблемы передачи информации в инфокоммуникационных системах: сб. докл. и тезисов X Всерос. науч.-практич. конф. 2019. С. 86–93.
17. Коваленко О.Н., Фадеев К.С., Коваленко Д.Н. Адаптивное управление сервером видеоконференцсвязи при организации дополнительного сервиса в корпоративных сетях // *Вестн. СибГУТИ*. 2019. № 4. С. 3–9.

## Comparative analysis of video conferencing tools for distance learning

**M.B. Sukhanov**<sup>1</sup>, Ph.D. (Engineering), Associate Professor, [msukhanov@yandex.ru](mailto:msukhanov@yandex.ru)

<sup>1</sup> St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design,  
St. Petersburg, 191186, Russian Federation

**Abstract.** Suddenly appeared pandemic problem has led to the need to switch to distance learning and to choose video conferencing means for conducting lectures and practical classes remotely. Video conferencing software was chosen as the object of the research.

The analysis of publications on the research topic has shown that nowadays it is difficult to find reasonable recommendations in the scientific literature on the choice of modern informatization tools for distance learning, and the prospects for using web and video conferencing platforms by both researchers and participants are poorly studied. The video conferencing software of foreign companies is very popular.

The paper compares the functionality and features of video conferencing software. It considers the requirements for a computer and mobile devices, their technical characteristics are the most important for ensuring high-quality video conferencing. There is an example of studying the performance dynamics of the main computer resources during the Zoom video conference. The performance data is obtained using the “Task Manager” program, which is a part of the Windows 10 operating system. It is shown that video conferencing programs consume a lot of computer resources (CPU, RAM).

The paper identifies the trends in using video conferencing software in Russian distance education – the transition to using Microsoft corporate solutions, the joint use of Office 365 and Microsoft Teams, and the widespread use of Zoom software. Since video recordings of lessons are intellectual property, import substitution of foreign video conferencing tools in the field of education is advisable. The advantages of such tools should be high reliability, security, assessment of the student satisfaction level, and a cognitive interface.

**Keywords:** online learning, web conferences, video communication, cloud services, laptop, smartphone, import substitution.

### References

1. Karaulova O.A., Kireeva N.V. Video conferencing hardware and software solutions. *Proc. III Sci. Forum TTT-2019, XXI Intern. Sci-Pract. Conf.*, 2019, pp. 317–318 (in Russ.).
2. Aslam W. Videoconferencing and higher education teaching in politics and international relations classrooms. *Politics*, 2017, vol. 37, no. 4, pp. 500–519. DOI: 10.1177/0263395716633708.
3. Sáez-López J.-M., Feliz-Murias T., Holgueras-González A.-I. Interactive videoconferencing in educational settings. *IJWLTT*, 2017, vol. 13, no. 1, pp. 80–93. DOI: 10.4018/ijwltt.2018010106.
4. Alonso Á., Aguado I., Salvachua J., Rodríguez P. A methodology for designing and evaluating cloud scheduling strategies in distributed videoconferencing systems. *IEEE Transactions on Multimedia*, 2017, vol. 19, no. 10, pp. 2282–2292. DOI: 10.1109/TMM.2017.2733301.
5. Correia A.-P., Liu Ch., Xu F. Evaluating videoconferencing systems for the quality of the educational experience. *Distance Education*, 2020, vol. 41, no. 4, pp. 429–452. DOI: 10.1080/01587919.2020.1821607.
6. Debajyoti P., Vajirasak V., Syamal P. Online learning during COVID-19. *Proc. XI Conf. IAIT*, 2020, art. 27, pp. 1–6. DOI: 10.1145/3406601.3406632.
7. Mandy M.A., Rachel C.A., Mavourneen G.C., Lawless M. Using zoom videoconferencing for qualitative data collection: perceptions and experiences of researchers and participants. *International Journal of Qualitative Methods*, vol. 18. Available at: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1609406919874596> (accessed February 15, 2021). DOI: 10.1177/1609406919874596.
8. Ismagilova A.F., Dudina D.S., Aleynikov S.A. Development of means for assessing the level of student satisfaction with the distance learning process through video conferencing. *Research Result. Information Technologies*, 2020, vol. 5, no. 4, pp. 44–52. DOI: 10.18413/2518-1092-2020-5-4-0-7 (in Russ.).
9. *About company*. Available at: <https://www.videomost.com/company/> (accessed February 15, 2021).
10. *About Zoom*. Available at: <https://zoom.us/ru-ru/about.html> (accessed February 15, 2021).
11. *Microsoft Teams*. Available at: <https://www.microsoft.com/en-gb/microsoft-teams/group-chat-software> (accessed February 15, 2021).
12. *Discord. Create Space for Everyone to Find Belonging*. Available at: <https://discord.com/company> (accessed February 15, 2021).



13. *Zoom System Requirements*. Available at: <https://zoom-russian.ru/2020/10/04/sistemnye-trebovaniya-zoom/> (accessed February 15, 2021).

14. *Microsoft Teams System Requirements*. Available at: <https://ms-teams.ru/faq/system-requirements-microsoft-teams> (accessed February 15, 2021).

15. *User's guide. Web Video Conferencing Portal*. Available at: [https://moscow.fas.gov.ru/sites/moscow.f.isfb.ru/files/news/2020/03/31/rukovodstvo\\_polzovatelya.pdf](https://moscow.fas.gov.ru/sites/moscow.f.isfb.ru/files/news/2020/03/31/rukovodstvo_polzovatelya.pdf) (accessed February 15, 2021).

16. Tyukhtyaev D.A., Zhuykova S.A., Kiryanova N.I. Influence of communication channel characteristics on the quality of video conferencing services provided. *Proc. X All-Rus. Sci-Pract. Conf. Information Transfer Problems in Infocommunication Systems*, 2019, pp. 86–93 (in Russ.).

17. Kovalenko O.N., Fadeev K.S., Kovalenko D.N. Adaptive control via video conference server while organizing additional service in corporate networks. *Vestn. SibGUTI*, 2019, no. 4, pp. 3–9 (in Russ.).

#### Для цитирования

Суханов М.Б. Сравнительный анализ средств видео-конференц-связи для дистанционного обучения // Программные продукты и системы. 2021. Т. 34. № 3. С. 457–465. DOI: 10.15827/0236-235X.135.457-465.

#### For citation

Sukhanov M.B. Comparative analysis of video conferencing tools for distance learning. *Software & Systems*, 2021, vol. 34, no. 3, pp. 457–465 (in Russ.). DOI: 10.15827/0236-235X.135.457-465.