

Организация гибридных мероприятий в КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН

Д. А. Коновалов, В. А. Богомолов, Р. Р. Гарипов

Лаборатория физического приборостроения, отдел информационной безопасности, телекоммуникационных и сетевых технологий, лаборатория физики углеродных наноструктур и композитных систем

Рассмотрены предпосылки, особенности и общие принципы гибридных мероприятий. Приведены функциональные схемы и подробно описана организационно-техническая реализация проведения гибридных мероприятий в КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН.

Введение

2020-2021 годы могут быть охарактеризованы как период быстрого развития облачных технологий и перехода общественных, производственных и образовательных мероприятий в виртуальное цифровое пространство. Например, по официальным данным онлайн-платформ Zoom [1], Microsoft Teams [2] и Discord [3] количество ежедневных участников конференций с конца 2019 года к середине 2020 года увеличилось в несколько раз. Переход к дистанционной форме проведения совещаний, уроков и конференций обусловлен возможностью подключения пользователей из любой точки мира к проводимому мероприятию. В частности, в период “локдауна” многие научные конференции были вынуждены проводиться в формате онлайн. Это оказалось настолько удобным, что даже в настоящее время онлайн-составляющая сохраняется, и конференции проводятся в гибридном формате.

Гибридное мероприятие по сравнению с обычным или чистым онлайн-мероприятием обеспечивает больший охват аудитории, но для его проведения требуются более значительные затраты на оборудование помещения, в котором находятся физические участники, в то время как для онлайн-участника достаточно иметь ноутбук с выходом в интернет. Перед организатором встаёт нетривиальная задача обеспечения взаимодействия большого количества участников, которые находятся в реальном зале и в виртуальном пространстве мероприятия.

Данная работа посвящена решению данной проблемы, а именно способу организации гибридных мероприятий в КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН.

Общие принципы

В гибридном формате мероприятие проходит в двух средах: в физической аудитории и виртуальном цифровом пространстве. Виртуальное цифровое пространство гибридного мероприятия (рис. 1) организуется средствами внешнего сервера веб-конференций:

- Физическая аудитория подключается к сеансу мероприятия как онлайн-участник. Для этого используется компьютер зала, принимающий медиапоток сеанса мероприятия и возвращающий медиапоток с микрофонов зала и от видеокамеры. В качестве дисплея используется настенный экран. Входящий звуковой поток сеанса мероприятия выводится на настенные динамики.
 - Докладчик в зале осуществляет доклад, используя компьютер докладчика, подключенный к сеансу мероприятия как онлайн-участник. В качестве микрофона используется один из микрофонов зала.
 - Сеансом мероприятия и оборудованием зала управляет оператор. Компьютер оператора подключается к сеансу мероприятия как онлайн-участник с правами модератора. Функции управления оборудованием, сеансом мероприятия и компьютером зала могут быть распределены между разными людьми.
- При проведении гибридного мероприятия в физической аудитории требуется обеспечить следующие процессы:
- Одновременную трансляцию звука с микрофонов зала через звукоусиливающую аппаратуру и в медиапоток сеанса мероприятия.
 - Отображение сеанса мероприятия для слушателей в зале и оперативное переключение вида экрана в зависимости от контекста (весь экран, только презентация, только выбранный видео-поток и т.п.).



Рис. 1. Виртуальное цифровое пространство гибридного мероприятия

- Скрытое от слушателей в зале управление участниками (выключать микрофоны, делать ведущим и т.п.).
- Контекстную трансляцию видеоизображения из зала (общий план, докладчик, вопрос из зала и т.п.).

Для выполнения этих требований необходимо соответствующее аппаратное и программное обеспечение.

Сервер веб-конференций

Виртуальное цифровое пространство гибридного мероприятия организуется средствами внешнего сервера веб-конференций. При проведении международных конференций MDMR-2020 и MDMR-2021 использовались сервера и сервисы американской компании Zoom Video Communications. В настоящее время из-за санкций юридические лица РФ не могут приобрести лицензию и воспользоваться сервисом Zoom.

Опыт по организации курсов дистанционного образования Казанского государственного технологического университета (КГТУ) – партнёра нашего института, показал [4], что хорошей альтернативой Zoom является система для проведения веб-конференций на базе открытого программного обеспечения BigBlueButton [5], интегрированная с системой управления обучающими курсами Moodle (LMS Moodle) [6]. В течение 2020–2021 гг. система BigBlueButton очень быстро эволюционировала, а по функциональности и удобству сильно приблизилась к коммерческой Zoom.

Весной 2020 года на сервере института были возвращены LMS Moodle и система BigBlueButton. С помощью LMS Moodle осуществляется аутентификация пользователей, назначаются их права и роли, а так же организуется подключение к соответствующим сеансам вебинаров BigBlueButton. Позднее эти системы были перенесены на сервер ФИЦ КазНЦ РАН и их ресурсы стали доступны для всех сотрудников ФИЦ КазНЦ РАН.

С апреля по июнь 2020 года все заседания Учёного совета института проходили в формате онлайн в виде вебинаров BigBlueButton.

К сентябрю 2020 года конференц-зал института был оснащён новым мультимедийным оборудованием, позволявшим проводить мероприятия в гибридной форме. С этого момента и по настоящее время все мероприятия, проходящие в конференц-зале института, осуществляются в гибридном формате на базе системы BigBlueButton, интегрированной с LMS Moodle.

Функциональные схемы

На рис. 2 и 3 приведены функциональные схемы подключения оборудования и настройки рабочих мест участников в зале для проведения гибридного мероприятия на базе конференции Zoom и вебинара BigBlueButton, соответственно. В табл. 1 приведены пояснения к обозначениям настройки рабочих мест участников в зале.

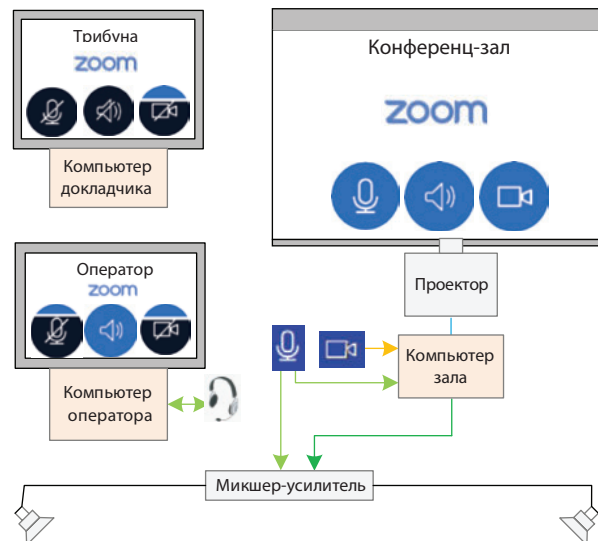


Рис. 2. Схема мероприятия на базе конференции Zoom.

При проведении мероприятия по любой из схем докладчик может использовать личный ноутбук или планшет, самостоятельно подключившись к сеансу мероприятия. При этом встроенные динамики и микрофон должны быть отключены. Во время доклада используется один из микрофонов зала.

При проведении мероприятия на базе конференции Zoom (рис. 2) в зале приходится использовать три компьютера – компьютер зала и рабочие места докладчика и оператора. Оператор осуществляет контроль качества трансляции звука из зала с помощью наушников. Для технических объявлений оператором может быть использован микрофон гарнитуры.

При проведении мероприятия на базе вебинара BigBlueButton (рис. 3) можно запустить сеанс оператора

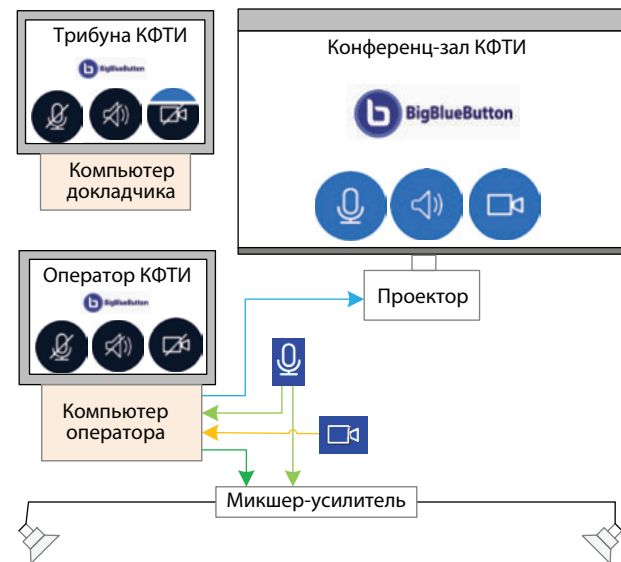


Рис. 3. Схема мероприятия на базе BigBlueButton.

Таблица 1. Пояснения к обозначениям на рис. 2 и 3.

Оборудование и трансляции	Обозначение	Режим
Микрофон		Всегда выключено
Микрофон		Всегда включено
Микрофон		Включено по требованию
Трансляция звукового потока		Всегда включено
Трансляция звукового потока		Всегда выключено
Видеокамера		Всегда выключено
Видеокамера		Всегда включено
Видеокамера		Включено по требованию

и сеанс зала на одном компьютере. При этом осуществлять контроль качества трансляции звука из зала будет невозможно, т.к. звуковая подсистема компьютера будет задействована сеансом зала. Если контроль необходим, то следует использовать схему конференции Zoom.

Необходимость одновременной трансляции звука с микрофонов зала на настенные динамики и в медиапоток сеанса мероприятия накладывает ограничения на использование звуковых функций участниками мероприятия, находящимися в зале. В зале нельзя включать встроенные в устройства микрофоны и динамики. В противном случае возможно появление неприятных звуковых эффектов, таких как эхо, чрезмерная реверберация и свист.

Оборудование зала

Аппаратное обеспечение зала включает вычислительное, звуковое, видео и проекционное оборудование. Схема соединений оборудования в зале приведена на рис. 4. Овальным цифровым обозначениям на схеме соответствуют:

- 1 Моторизованный настенный экран;
- 2 Монитор рабочего места оператора;
- 3 Мультимедиа-проектор с интерфейсом HDBase-T – NEC P605UL;
- 4 Системный блок рабочего места оператора;
- 5 Видеоудлинитель HDMI&VGA (HDBase-T) – Aten VE2812T;
- 6 Ethernet коммутатор, подключенный к локальной сети института;
- 7 PTZ USB IP камера – UV510AM-12-U2;
- 8 Цифровой 12-ти каналный микшер – X AIR XR12;
- 9 Два подвесных высокочувствительных микрофона с кардиоидной диаграммой направленности – Shure CVO-W/C;
- 10 Двухканальная система с радиомикрофонами – Volta U-2;
- 11 Монофонический микшер-усилитель Apart MA-240 с настенными акустическими системами.

Из особенностей оборудования зала можно подчеркнуть подсоединение проектора (3) к компьютеру (4) по

технологии HDBase-T, позволяющей по стандартному кабелю категории Cat5/6 длиной до 100 м передавать аудио- и видеоданные. Для этого используется видеоудлинитель (5) Aten VE2812T.

Другой особенностью является использование подвесных высокочувствительных микрофонов (9). С помощью этих микрофонов в медиапоток сеанса мероприятия осуществляется трансляция общего звукового фона из зала. Это повышает комфорт общения онлайн-участников с участниками, находящимися в зале, за счёт создания эффекта присутствия. Как показала практика, при проведении мероприятий с небольшим количеством участников в зале, можно ограничиться использованием только этих микрофонов. За счёт акустических особенностей помещения звук приобретает характерную окраску и реверберацию, что сказывается на разборчивости речи из зала. Для получения более качественного звука с хорошей разборчивостью необходимо использовать переносные радио или стационарные проводные микрофоны.

Звуковой сигнал от подвесных микрофонов предназначен для трансляции только в медиапоток сеанса мероприятия. Звуковой сигнал от переносных радиомикрофонов (10) транслируется одновременно в медиапоток сеанса мероприятия и через звукоусиливающую аппаратуру на настенные акустические системы.

Обеспечение акустического канала

Обработку и смешивание аудиопотоков от различных источников звука осуществляет цифровой микшер (8) X AIR XR12. Несмотря на небольшой размер это очень качественный и мощный инструмент для работы со звуком. Управление микшером осуществляется с помощью удобного бесплатного приложения по сети Ethernet или WiFi. Структурно XR12 содержит 12 аналоговых балансных входов, узел цифровой обработки и коммутации звука с 40-битным сигнальным процессором (DSP), 4 аналоговых балансных выхода MAIN L-R, AUX SEND 1, AUX SEND 2 и стереовыход PHONES STEREO с аналоговым регулятором уровня. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразования осуществляются с дискретностью 24 бита на частоте 48 кГц.

Средствами DSP в микшере реализована многоканальная функциональная схема прохождения, обработки, смешивания и коммутации звуковых сигналов. Реализовано 16 независимых входных каналов (CH1–16), 6 независимых aux шин (Bus1–6), 2 независимых канала (Main L-R). В каждом входном канале реализованы, в порядке прохождения сигнала, следующие функциональные узлы:

- настраиваемый ФНЧ (LOW CUT);
- настраиваемый пороговый шумоподаватель с боковым управлением (GATE/DUCK);
- отключаемый 4-х полосный эквалайзер (4-BAND EQ);
- настраиваемый компрессор/экспандер с боковым управлением (COMP/EXPAN);
- размыкатель (MUTE);

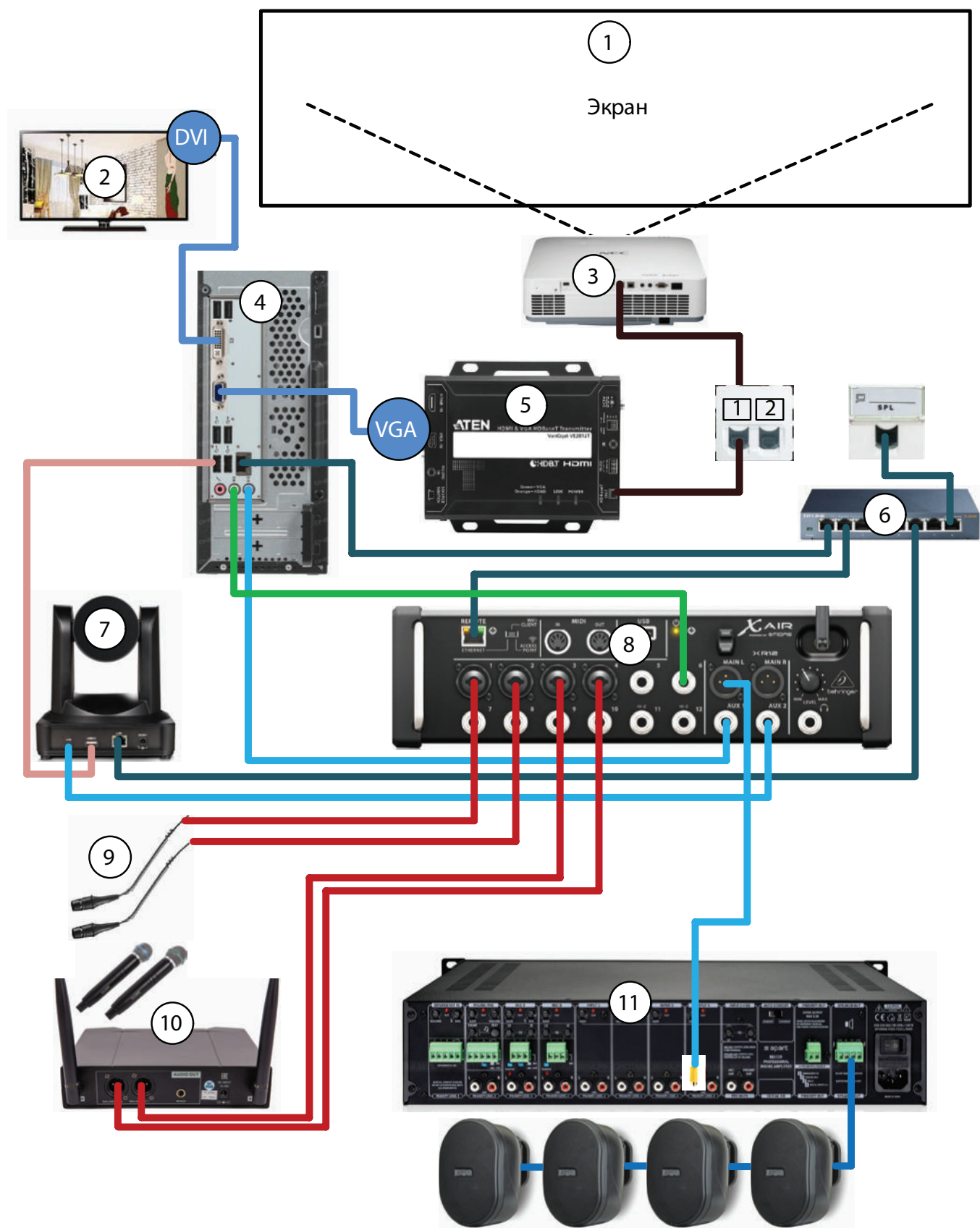


Рис. 4. Схема соединений оборудования в зале.

- регулятор панорамы в стереоканале (PAN).

К каждой AUX шине можно осуществить подключение из любой точки цепи прохождения сигнала любого входного канала. Аналоговые выходы AUX OUT1 и 2 можно подключить к любой точке в цепи прохождения сигнала любого входного канала, любой AUX-шины и Main-канала. Такая гибкая внутренняя организация рабочего пространства XR12 позволяет создавать многоуровневые и даже параллельные независимые конфигурации входов/выходов и реализовывать сложные алгоритмы обработки звука.

На рис. 5 в виде блок-схемы представлена рабочая конфигурация цифрового микшера, обеспечивающая эффективное подавление паразитных шумов, хорошую разборчивость речи при использовании переносных микрофонов и трансляцию общего звукового фона из зала.

К входам CH1 и 2 подключены подвесные высокочувствительные микрофоны с фантомным питанием 48 В. Полоса частот снизу ограничивается фильтром низкой частоты LOW CUT. Компрессор сконфигурирован таким образом, что при появлении сигнала на шине Bus2 усиление канала снижается до минимума. Это сделано для того, чтобы предотвратить появление эха. К шине Bus2 подключены выходы каналов, с которых осуществляется трансляция на настенные громкоговорители.

К входам CH3 и 4 подключены выходы переносных радиомикрофонов. Полоса частот снизу ограничивается фильтром низкой частоты LOW CUT. Пороговый шумоподаватель GATE обрезает слабые фоновые звуки и уменьшает вероятность возникновения паразитной обратной связи через настенные громкоговорители. Компрессор осуществляет сжатие динамического диапазона, уменьшая зависимость уровня сигнала от положения микрофона в руках говорящего. Выходы каналов подключены к шинам MAIN L, Bus1 и 2.

К входу CH6 подключен линейный выход звуковой карты компьютера зала. Выход канала CH6 подключен к шинам MAIN L и Bus 2. На линейный вход звуковой карты компьютера зала через разъем AUX OUT1 поступает суммарный сигнал от всех микрофонных каналов.

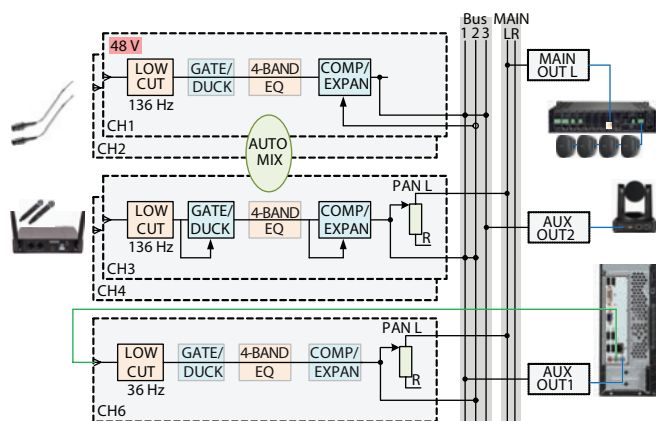


Рис. 5. Блок-схема цифрового микшера.

Микрофонные каналы CH1–4 включены в группу функции AUTO MIX. Эта функция отслеживает уровни сигналов в группе и автоматически уменьшает усиление в неиспользуемых в данный момент каналах. Таким образом существенно снижается уровень фонового шума.

Обеспечение визуального канала

Контекстная видеотрансляция из зала осуществляется с помощью PTZ USB IP камеры UV510AM-12-U2. Камера имеет хорошие PTZ (Pan-Tilt-Zoom) параметры:

- Угол поворота: $\pm 170^\circ$;
- Угол наклона: $-30^\circ - +90^\circ$;
- Оптическое увеличение: 12X.

В памяти камеры можно запомнить до 255 предустановленных PTZ параметров.

Видеокамера закреплена с помощью штатного кронштейна на стене на высоте 2 м между сценой и сиденьями зала. Такое расположение позволяет захватить в кадр всё пространство зала кроме рабочих мест оператора и секретаря заседания, попадающих в “мертвую зону”.

Дистанционное управление камерой осуществляется с помощью специально разработанного приложения через сеть Ethernet по протоколу Visca. Положением камеры можно управлять с помощью игрового USB джойстика и с помощью экранных кнопок. На практике удобнее заранее запомнить в памяти камеры наиболее востребованные состояния PTZ и вызывать их нажатием соответствующей



Рис. 6. Интерфейс управляющего приложения.

экранной кнопки. В приложении (рис. 6) реализовано сохранение и вызов 12-ти предустановок (пресетов). Верхняя часть окна приложения с номерными кнопками представляет собой условный план конференц-зала:

- Кнопка Power Off соответствует месторасположению моторизованного экрана.
- Звездочкой обозначено месторасположение видеокамеры.
- Кнопка 1 предназначена для пресета общего плана зрительской части зала.
- Кнопки 2–4 предназначены для пресетов возможных месторасположений докладчика.
- Кнопки с 5 по 12 предназначены для пресетов зон интересов в зрительном зале.

После вызова соответствующего пресета положение камеры и степень приближения можно подкорректировать экранными кнопками в нижней части окна приложения.

Заключение

В 2020–2021 годах гибридные формы различных мероприятий прочно вошли жизнь института. В гибридном формате проведены две международные конференции.

Практически все мероприятия, проходящие в конференц-зале, транслируются в сеанс вебинара BigBlueButton с возможностью удалённого участия. Функциональные схемы организации гибридных мероприятий, реализованные в КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН, на практике показали свою жизнеспособность, простоту и удобство использования участниками, организаторами и оператором. Номенклатура, возможности и технические характеристики оборудования, установленного в залах, должны обеспечить потребности института в ближайшие несколько лет.

Литература

1. <https://explore.zoom.us/docs/en-us/bcg-report.html>
2. <https://www.zdnet.com/article/microsoft-teams-now-at-more-than-115-million-daily-active-users/>
3. <https://discord.com/blog/discord-transparency-report-h1-2021>
4. Богомолов В.А., Старыгина С.Д.: Образовательные технологии и общество **11**, №1, 389–398 (2008)
5. Ткачук Г.В.: Компютер у школі та сім'ї №2 (130), 43–46 (2016)
6. Мочалов И.М.: Интеграция сервера веб-конференций BigBlueButton с LMS MOODLE. Рекультивация выработанного пространства: проблемы и перспективы. Сборник статей участников VI Международной научно-практической Интернет-конференции. Белово, Кемерово, Новосибирск, Шумен, Велико Тырново, 2021. С. 230–232.