



## SonoBus – Руководство пользователя

Введение .....	2
Установка .....	3
О задержке .....	4
Начало работы .....	5
Немного физики (Почему я не могу сыграть с моим другом из Сиднея) .....	7
С кем можно соединиться .....	7
Как соединиться .....	8
Тонкая настройка ваших соединений.....	11
Приёмные буферы дрожания .....	11
Измерения задержки и дрожания.....	14
Формат и качество отправляемых данных .....	15
Если Вы не можете подключиться.....	17
Привязка клавиатуры.....	18
Использование звука SonoBus с видео Zoom .....	19
Ресурсы SonoBus.....	21
Связанные ресурсы .....	21
Приложение А – Аудиоинтерфейсы, которые должны хорошо работать с SonoBus .....	22
Приложение В – Помощь пользователям Zoom в начале работы с SonoBus (Michael Eskin).....	22
Приложение С – Помощь пользователям OBS в начале работы с плагином SonoBus VST .....	24
Приложение D - Сторонние участники ресурсов решений для многопользовательского аудио с низкой задержкой .....	25
Авторы и благодарности.....	26

# Введение

SonoBus - бесплатное, элегантное, кроссплатформенное, решение для соединения peer-to-peer с открытым исходным кодом, которое позволяет нескольким пользователям, находящимся на значительном расстоянии друг от друга, делиться своим звуком вместе в реальном времени с максимально возможным качеством и минимально возможной задержкой через сеть Интернет.

SonoBus даёт Вам полный контроль над вашим качеством приёма и передачи аудио отдельно для каждого пользователя. Он также включает опциональные встроенные аудиоэффекты (компрессия, noise gate, эквалаизация) для оптимизации как качества, так и уровня передаваемого и принимаемого вами звука (реверберация мастер-микса).

Программа включает индивидуальные элементы управления уровня и глушения звука для каждого участника сессии. Также она имеет возможность смешивать аудиофайл с вашим живым исполнением и посылать смикшированный поток любому из участников. Дополнительные особенности включают в себя возможность записи сессии на диск, включая режим «мультитрек».

Детальный контроль задержки для каждого пользователя возможен с помощью ручного или автоматического управления "буфером дрожания", используемого для минимизации выпадений из-за дрожания синхронизации сетевых пакетов. Исполнители могут оптимизировать свои настройки буфера джиттера для минимально возможной задержки или максимально возможного качества.

SonoBus в данный момент НЕ использует какого-либо шифрования передаваемых данных. Хотя очень маловероятно, что они будут перехвачены, пожалуйста, имейте это в виду. Всё аудио передаётся напрямую между участниками по технологии peer-to-peer. Сервер соединений используется только для того, чтобы пользователи в группе могли найти друг друга по имени группы.

Начальный релиз SonoBus предоставляет предварительно собранные исполняемые файлы для Windows, Mac, Linux, iOS, и Android. Также они могут быть собраны из исходного кода, размещённого на GitHub.

SonoBus может работать как отдельное приложение, так и как плагин для вашей DAW (VST/AAX на Windows, VST/AU/AAX на Mac). Например, после установки SonoBus, пользователи Open Broadcaster Software (OBS) найдут новый фильтр под названием: 'SonoBus VST 2.x Plug-in'. В OBS, добавление данного фильтра к существующему источнику, изменяет этот источник на локальный вход экземпляра программы SonoBus, куда вы можете добавить ваших друзей в удалённых локациях! Детали см. в Приложении С.

Загружаемые бинарные файлы и ссылки на репозиторий исходного кода для всех платформ доступны на: <https://sonobus.net>

## Установка

Вам потребуется:

- Ноутбук или ПК под управлением операционной системы Apple Mac или Windows. SonoBus – первая подобная программа, доступная для iOS, поэтому также может использоваться iPhone или iPad под управлением Apple iOS 11 или выше. Windows 7, Windows 8 и Windows 10 также будут хорошо работать с SonoBus. SonoBus должен также работать и в Linux на различных аппаратных платформах.

- Установленная копия Mac, Windows или iOS-клиента SonoBus (клиенты Linux могут быть собраны из исходного кода, но пока установочных пакетов не предоставляется). Загрузите и установите соответствующую версию SonoBus по ссылке <https://sonobus.net>

- **НАСТОЯТЕЛЬНО** рекомендуется: кабель Ethernet, и/или адаптеры для соединения компьютера с вашим роутером или кабельным модемом. WiFi работает, но добавляет дополнительный слой упорядочивания пакетов и всегда добавляет огромное количество дрожания, требуя увеличения размера буфера. SonoBus крайне рекомендует использовать соединение по Ethernet.

Рекомендуем: Проводные наушники или вкладыши. Bluetooth-наушники не будут работать из-за того, что вносят задержку (вплоть до 250 мс), что является особенностью Bluetooth. Наилучшим вариантом будут закрытые наушники. Без наушников, другие музыканты будут слышать раздражающее эхо из ваших динамиков, проникающее в ваш микрофон (конечно, если Вы его используете).

Если Вы на Windows, **НАСТОЯТЕЛЬНО** рекомендуем использовать ASIO-драйвер, работающий с вашим аудиоинтерфейсом, или установить ASIO4ALL для вашего встроенного аудиокодека либо чего-то ещё, не имеющего собственного драйвера ASIO. См. также "Связанные ресурсы" ниже.

Установите план электропитания "Высокая производительность" если возможно, в особенности, если Вы используете ноутбук. Это уменьшит возможность регулирования ЦП и/или автоматического перехода устройств USB в спящий режим, что может препятствовать плавной передаче звука.

Ваш опыт может быть различным. Иногда настройка очень неприятна, но именно поэтому мы пишем этот документ - чтобы помочь вам начать работу. SonoBus может работать плохо, если ваше подключение к Интернету недостаточно быстрое или если в Интернете много интенсивного трафика в "Час пик". Просто попробуйте поработать в другое время, когда будет меньше трафика в Интернете. Иногда может помочь добавление настроек переадресации портов на вашем домашнем интернет-маршрутизаторе, или DSL или кабельный модем, но это выходит за рамки данного документа.

## О задержке

Какая величина задержки — это слишком много? Большинство экспертов сходятся во мнении, что задержка в 40 миллисекунд (мс) — это примерно верхний предел для музыки, и что 25 мс достаточно мало, чтобы быть "достаточно хорошим". Обратите внимание, что это цифры задержки в одну сторону, SonoBus отображает как одностороннюю, так и общую задержку.

Существует три основных источника задержки:

1. Задержка аудиооборудования вашего компьютера и буферизации отсчётов драйвера устройства
2. Задержка в настройке программного обеспечения вашего компьютера, которая необходима для сглаживания сетевого дрожания
3. Задержка в сетевых соединениях между вами и другими участниками

Часть этой общей задержки, которую вам легче всего контролировать — это задержка в звуковом оборудовании вашего компьютера. Некоторые ноутбуки имеют достаточно хорошее внутреннее звуковое оборудование, но во многих случаях внутреннее звуковое оборудование и программное обеспечение драйвера добавляют слишком большую задержку, а внешний цифровой аудиоинтерфейс и микрофон будут обрабатывать звук с меньшей задержкой и более высоким качеством. Подробности см. в Приложении А.

## Начало работы

Для аудио-приложений, таких как SonoBus, вам необходимо предоставить разрешение системы на доступ к вашему микрофону. При первом запуске приложения, ваша операционная система выведет запрос о предоставлении доступа к аудиовходу, ответьте "Да". Если Вы случайно ответили "Нет", Вы можете добавить необходимые разрешения, следуя инструкциям:

На Windows 10: <https://support.microsoft.com/en-us/windows/turn-on-app-permissions-for-your-microphone-in-windows-10-94991183-f69d-b4cf-4679-c98ca45f577a>

На Mac: <https://support.apple.com/en-gb/guide/mac-help/mchla1b1e1fe/mac>

При первом запуске SonoBus, вы также должны выбрать входное и выходное устройства, которые Вы хотите использовать. Нажмите кнопку "Setup Audio". На Windows, выберите ваш драйвер ASIO (см. выше).

Вы также должны выбрать активные входные и выходные каналы, которые хотите использовать, в показанном диалоговом окне. Выберите устройство микрофона для входа и устройство наушников для выхода. Если Вы имеете только монофонический входной источник (например, микрофон), вы можете затем отменить выбор всех остальных входов, кроме выбранного, что уменьшит объём передаваемых данных и требования к полосе пропускания сети. Если же вы используете как микрофон, так и инструмент, и предпочитаете, чтобы они были сцентрованы при передаче другим участникам, вы можете выбрать два этих входа, а также выбрать способ панорамирования их в левый и

правый каналы. Смотрите кнопку "In Pan" в верхней части главного окна, чтобы настроить это.

Вы можете выбрать частоту дискретизации. Рекомендуется 48000 Гц, но 44100 Гц также будет работать. Разным участникам, к которым вы подключаетесь, нет необходимости иметь здесь одинаковые настройки - если потребуется, аудио будет пересэмплировано автоматически.

Выберите размер аудиобуфера для вашего собственного выхода. Это установит базовый уровень для задержки передаваемого вами звука. Чем меньшее значение вы выберете, тем меньше будет задержка отправки, но увеличатся затраты на обработку и сетевые пакеты. Как правило, выбор 256 безопасен, но для уменьшения задержки используйте 128 сэмплов. Вы можете пойти и ниже, если ваше оборудование поддерживает это, но это не принесет большой пользы, если вы не используете один из вариантов качества отправки несжатого PCM, которые могут использовать эти малые размеры буфера. Больше об этом рассказано в разделе "Формат отправляемых данных и качество" ниже. Большинству пользователей достаточно 64 сэмпла. Если Вы слышите "треск" в вашем мониторном звуке при очень малых значениях буфера, увеличьте размер выходного буфера. На Windows, особенно с USB-аудиоинтерфейсами, если Вы хотите получить наименьшую задержку при использовании качества передачи PCM, у нас были сообщения о том, что использование частоты дискретизации 48000 Гц вместе с размером аудиобуфера, кратным 1 мс, таким как 48, 96, 144 или 192 выборки, может дать наиболее стабильные результаты.

Если Вы видите жёлтую полосу сверху с сообщением о том, что ваш аудиовход был выключен для предотвращения обратной связи, Вы можете нажать кнопку вверху справа, чтобы включить его. Если Вы используете микрофонный вход, Вам НУЖНЫ наушники, поэтому убедитесь, что вы подключили их прежде, чем включите вход.

## Соединение с другими участниками

### Немного физики (Почему я не могу сыграть с моим другом из Сиднея)

Хотя наши технологии могут творить удивительные вещи, важно принять некоторые физические ограничения. Даже если бы все интернет-оборудование, через которое проходит ваш аудиосигнал, могло работать без затрат времени на обработку, скорость света (186 282 мили в секунду) означает, что звук, воспроизводимый в Сан-Диего, Калифорния, переместится в Сидней, Австралия, на расстояние в 7500 миль за 0,040 секунды (40 мс). Для сравнения рассмотрим живой сеанс, когда тот же звук распространяется со скоростью 1100 футов в секунду (скорость звука в воздухе). Эта задержка в 40 мс была бы эквивалентом игры с кем-то, сидящим на расстоянии 44 футов (едва терпимо!).

Но несколько единиц интернет-оборудования между вами и вашими друзьями не работают мгновенно, поэтому практический предел, вероятно, приближается к 500 милям.

Кроме того, существуют ограничения, связанные с обработкой устройств каждого пользователя и скоростью сети, а также с вашим оборудованием для подключения к Интернету и пропускной способностью Интернет-сервиса. Не ожидайте, что сможете добавить неограниченное количество участников - с сегодняшними технологиями (2020 г.): практический предел составляет, возможно, дюжину участников. Хор из 25 человек вряд ли добьется успеха.

### С кем можно соединиться

SonoBus предназначен для людей, у которых уже есть группа, которая хочет обмениваться аудио в реальном времени через Интернет. В отличие от других решений, SonoBus не пытается создать список клиентов для платных концертов или подписок на услуги и не предоставляет какой-либо общедоступный список пользователей, к которому посторонние могут «подключиться».

Однако, начиная с версии 1.3.0, в окне «Подключение» вы увидите вкладки как для частных, так и для общих групп. (См. ниже)

Некоторые пользователи SonoBus настроили «сервер» в приложении Discord и назвали его «SonoBus Jammers». Вот ссылка: <https://discord.gg/wm28tQdYTb>. Среди других коммуникационных функций Discord позволяет обмениваться текстовыми сообщениями и размещать их в «текстовых каналах». «SonoBus Jammers» имеет несколько таких региональных «текстовых каналов», по которым вы можете искать людей, с которыми можно связаться.

На Facebook есть официальная группа пользователей SonoBus, где пользователи могут найти ответы на многие общие вопросы и задать новые.

## Как соединиться

Нажмите кнопку "Connect..." для начала работы.

Начиная с версии 1.3.0 существует два типа групп: частные и публичные. Если вы хотите контролировать, с кем вы общаетесь, используйте функцию частных групп, потому что только люди, которые знают имя группы (и, возможно, пароль), смогут связаться с вами. Если, с другой стороны, если вы хотите попробовать поиграть музыку с неизвестными участниками, вы можете попробовать новую функцию публичных групп. До версии 1.3.0 все группы были закрытыми.

### *Частная группа*

В окне Connect выберите вкладку Private Group (или Group в более старых версиях).

Выберите уникальное имя группы, которое вы хотите использовать, или используйте удобный генератор случайных имен групп (кнопка с кубиками). Вы также можете ввести пароль, который люди, подключающиеся к группе, также должны будут вводить для дополнительной безопасности, но это необязательно. Вы можете сообщить другим участникам, желающим подключиться, имя группы (и пароль, если он используется), или вы можете нажать кнопку «Копировать» в правом верхнем углу страницы группы, а затем вставить и по-



делиться информацией с другими пользователями, к которым вы хотите подключиться. Они могут использовать её для вставки на эту страницу с помощью кнопки вставки в левом верхнем углу.

Выберите себе имя, которое будет вашим идентификатором для всех, кто присоединится. Если кто-то другой уже использует это имя на сервере, оно автоматически станет уникальным при подключении.

Нажмите "Connect to Group". Если другие участники уже вошли в указанную группу, вы должны увидеть, как они появятся, и вы сможете услышать их. В противном случае вы увидите сообщение о том, что вы ждете, пока другие присоединятся. Вы можете настроить уровни, с которыми слышите других, с помощью ползунков громкости или настроить стереопанорамирование с помощью кнопки панорамирования (и всплывающих ползунков) для каждого пользователя.

Вы можете полностью отключить себя, нажав кнопку микрофона в нижнем левом углу. Когда ваш вход отключен, вы увидите красный перечеркнутый микрофон. Вы также можете выбрать, для кого будет отключен звук, на тот случай, если вы не хотите отправлять аудио определенным пользователям, а делаете это другим. Вы также можете отключить звук для всех или отдельных пользователей с помощью кнопки динамика (рядом с кнопками микрофона) в нижней части окна или в области каждого пользователя.

ПРИМЕЧАНИЕ - Если вы хотите предоставить пароль для группы, введите его также, но они не требуются (первый в группе устанавливает пароль, любой другой, кто подключается, просто должен соответствовать ему). После подключения вы можете нажать на имя группы / пользователя под кнопкой подключения, и такая ссылка: <http://go.sonobus.net/sblaunch?s=aoo.sonobus.net&g=GroupName> будет скопирована в ваш буфер обмена, которой вы можете поделиться с другими, чтобы им было еще проще общаться.

Вы можете оставить в качестве сервера значение по умолчанию [aoo.sonobus.net](http://aoo.sonobus.net) или ввести другое имя хоста сервера, если вы используете свой собственный сервер групповых подключений. Обратите внимание, что НИКАКАЯ ЧАСТЬ звука не отправляется через сервер, он используется только

для того, чтобы помочь пользователям подключаться друг к другу, весь звук передается напрямую между пользователями (технология peer-to-peer).

### *Публичные группы*

В окне «Connect» выберите вкладку «Public Groups».

Вкладка «Public Groups» позволяет просматривать существующие активные общедоступные группы или создавать новые, которые будут видны всем, кто использует тот же сервер соединений. Здесь перечислены имена активных в данный момент общедоступных групп, а также текущее количество активных пользователей в каждой группе. Чтобы присоединиться к существующей группе, просто выберите ее в списке.

Помните, что весь звук передается только между участниками, сервер соединений только облегчает управление членами группы. В настоящее время сервер [aoo.sonobus.net](http://aoo.sonobus.net) по умолчанию, вероятно, будет единственным рабочим выбором, но вы также можете запустить свой собственный (см. <https://github.com/essej/aoooserver>).

Чтобы создать свою группу, введите хорошее имя и нажмите кнопку «Create Group». Теперь вам нужно создать общедоступные имена групп, которые включают ваш географический регион, чтобы вы могли привлекать других в том же регионе, чтобы минимизировать задержку в группе. Вы также можете включить в название информацию о жанре.

Помните, что каждый пользователь SonoBus может видеть эти общедоступные имена групп, и каждый может связаться с вами.

### *Прямое подключение*

SonoBus включает в себя вкладку Direct для подключения к другим устройствам в вашей локальной сети, но эта функция прошла лишь ограниченное тестирование и поэтому имеет ограниченную поддержку. Это открывает некоторые интересные возможности, в частности экспериментальную функцию patchbay, и она предоставляется для дальнейшего тестирования. Он доступен в меню с «точками» в правом верхнем углу окна «Connect».

Эти «прямые» соединения являются взаимоисключающими с функцией группы и сервером соединений. Вместо этого вам нужно будет заполнить поле «хост» IP-адресом одного из «местных» клиентов SonoBus (например, вашего собственного устройства) и установить, например, UDP-порт 12000.

Начните с записи локального IP-адреса вашего устройства. В Windows вы можете найти локальный IP-адрес своих устройств в разделе "Состояние сети - Просмотр свойств оборудования и подключения". Затем для всех пользователей SonoBus вашей локальной сети откройте вкладку «Настройка» -> «Параметры», установите флажок «Use Specific UDP Port» и введите тот же номер порта UDP.

Теперь нам нужно заполнить поле «host» на вкладке Connect -> Direct. Выберите устройства, к которым хотите подключиться. Например, если локальный маршрутизатор назначил вашему компьютеру IP-адрес 10.0.0.222, вы можете ввести 10.0.0.222:12000 в поле хоста другого локального устройства и нажать «Direct Connect», чтобы подключить их.

## Тонкая настройка ваших соединений

### Приёмные буферы дрожания

Сетевая архитектура и протоколы обычно ставят надежность выше скорости и порядка следования пакетов данных. Пакеты регулярно "отбрасываются". Эти отброшенные пакеты повторно регулярно пересылаются вне очереди и могут быть перенаправлены. У разных маршрутов разное время передачи, и полученные пакеты регулярно доставляются с нарушением исходной временной последовательности. При потоковой передаче звука этот «джиттер» заставляет полученный звуковой сигнал «прерываться», и исходная последовательность должна быть восстановлена, прежде чем они будут представлены нашим ушам. Это делается путем сбора поступающих пакетов в «приёмном буфере дрожания», где они обрабатываются обратно в исходную временную последовательность. Это время обработки - одна из основных задержек, с которой вы должны иметь дело.

Настоящая проблема с peer-to-peer соединениями заключается в том, что задержки к/от каждого участника различны. Для каждого из них будет свой оптимальный размер буфера, в зависимости от конкретного качества интернет-соединения и скорости оборудования. Вам нужно будет выполнить оптимизацию для каждого подключенного пользователя.

Одним из преимуществ SonoBus является то, что вы можете динамически настраивать «приёмный буфер джиттера» для каждого участника в реальном времени, чтобы вы могли слышать изменение их качества звука сразу же при изменении размера буфера. Если размер их буфера слишком мал, некоторые (или все) их пакеты останутся пропущенными, и их звук будет звучать «грубо». Слишком большой размер, и общая задержка станут слышимы и невыносимы для совместного воспроизведения музыки.

Вы найдете начальную настройку буфера джиттера во всплывающем окне параметров (шестеренка). Эта настройка «по умолчанию» применяется к их входящему потоку, когда вы впервые подключаетесь к новым людям, но ее необходимо «оптимизировать» с учетом их индивидуальных условий.

После установки SonoBus добавляет каждого участника с буфером джиттера в автоматическом режиме. В режиме Auto, когда SonoBus слишком часто обнаруживает отброшенные пакеты, он **УВЕЛИЧИВАЕТ** размер буфера дрожания. Это может произойти, особенно когда вы меняете другие параметры или когда меняются условия сети. Если условия улучшатся, это, в свою очередь, уменьшит буфер дрожания.

При использовании автоматического режима буфера дрожания вам нужно начинать регулировку с самой низкой возможной начальной точки. Для полосы канала каждого участника (по одной для каждого подключенного пользователя) коснитесь области на полосе пользователя, которая показывает буфер дрожания Recv, и в этом всплывающем окне либо перетащите ползунок буфера дрожания до упора влево (вы можете переместить в любое время, даже в режиме Auto), или для более быстрого изменения нажмите кнопку слева от ползунка. Вы можете услышать некоторые сбои или пропадания, поскольку размер автоматически увеличивается. Когда он перестает меняться, и вы слышите чистый звук, это часто является хорошим значением для этого участника,

и вы можете переключить его режим на Ручной (из Auto) и использовать подобранный размер буфера.

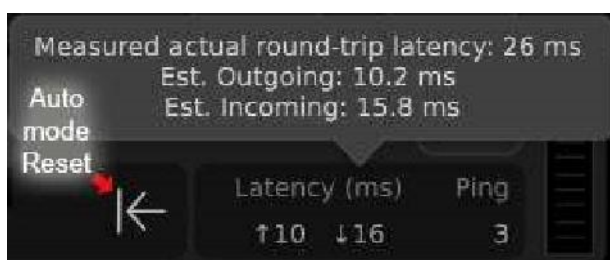
Существует режим под названием «Initial Auto», в котором описанные выше действия выполняются без вмешательства пользователя. Выбирайте это, когда вы стремитесь к минимальной задержке и не хотите, чтобы размер буфера дрожания изменялся из-за временного отключения. Если условия сети меняются слишком сильно, и вы начинаете получать постоянные отключения с другого конца в этом режиме, просто нажмите кнопку сброса, и она перезапустит автоматический процесс. Когда буфер находится в автоматическом режиме, индикатор на измерителе буфера дрожания будет показывать (IA-Auto), а когда он установится на фиксированное значение, он изменится на (IA-Man).

Подсказка: в автоматических режимах, если вы удерживаете клавишу Alt (Option на Mac) при нажатии кнопки сброса, вы сбрасываете буферы дрожания приема для всех ваших участников.

В ручном режиме вы также можете немного уменьшить размер буфера джиттера для каждого участника, и вы можете сделать это в любое время. Чтобы настроить размер буфера, просто возьмите ручную панель управления и перетащите ее влево и вправо. Если вы установите слишком низкое значение, вы МГНОВЕННО услышите «выпадение». Увеличьте размер буфера на один или два шага, и вы оптимизируете размер буфера этого канала.

В будущем вы можете услышать сбои из-за несогласованности сети, но, если вы больше заботитесь о низкой задержке, здесь вам, возможно, придется пойти на компромисс.

К счастью, SonoBus запомнит эти «оптимизированные» настройки буфера джиттера по имени пользователя и применит их при следующем подключении с тем же именем пользователя.



## Измерения задержки и дрожания

Успешная работа SonoBus зависит от общего качества связи между вашими наушниками/микрофоном и другими участниками SonoBus. После звукового оборудования и возможностей процессора вашего устройства подключение к Интернету является вторым по важности фактором вашей успешной работы в SonoBus. Вы можете проверить скорость, задержку и джиттер с сетевого порта вашего устройства на сервер вашего интернет-провайдера с помощью этой бесплатной услуги: <https://speed.cloudflare.com>

Еще одна важная вещь, на которую следует обратить внимание — это кнопка Ping/Latency справа от полосы канала каждого участника. При нажатии на эту кнопку вы увидите оценку задержки в оба конца от вас к этому другому пользователю и обратно вместе с подробными односторонними значениями. Значение Ping, которое он показывает — это всего лишь часть того, что вызвано самой сетью, а также обратный путь (от вас к ним и обратно). Общая задержка приема-передачи состоит из этого пинга вместе с настройками приёмного буфера дрожания, настройками размера аудиобуфера и, возможно, другими задержками от сжатого аудиокодека Opus (при использовании он вносит задержку 2,5 мс на каждом конце) на обоих концах.

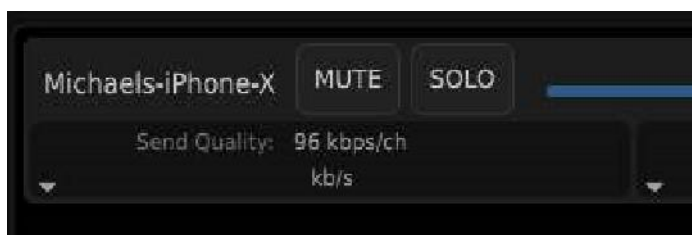
Всплывающее окно, которое вы увидите после нажатия кнопки, покажет общую задержку в оба конца, а также оценку двух однонаправленных задержек (вы -> другой участник, и другой участник -> вы), которые должны составлять эту сумму. Односторонние оценки всегда отображаются на дисплее кнопки вместе с временем отклика ping. Эти оценки могут помочь вам увидеть, что, возможно, ваш буфер дрожания довольно мал для приема звука от пользователя, но, возможно, тот, который пользователь использует для приема вашего звука, больше. Фактическая задержка может быть больше, потому что в вашем аудиоинтерфейсе может быть большая задержка, которая не отражается в процессе измерения.

## Формат и качество отправляемых данных

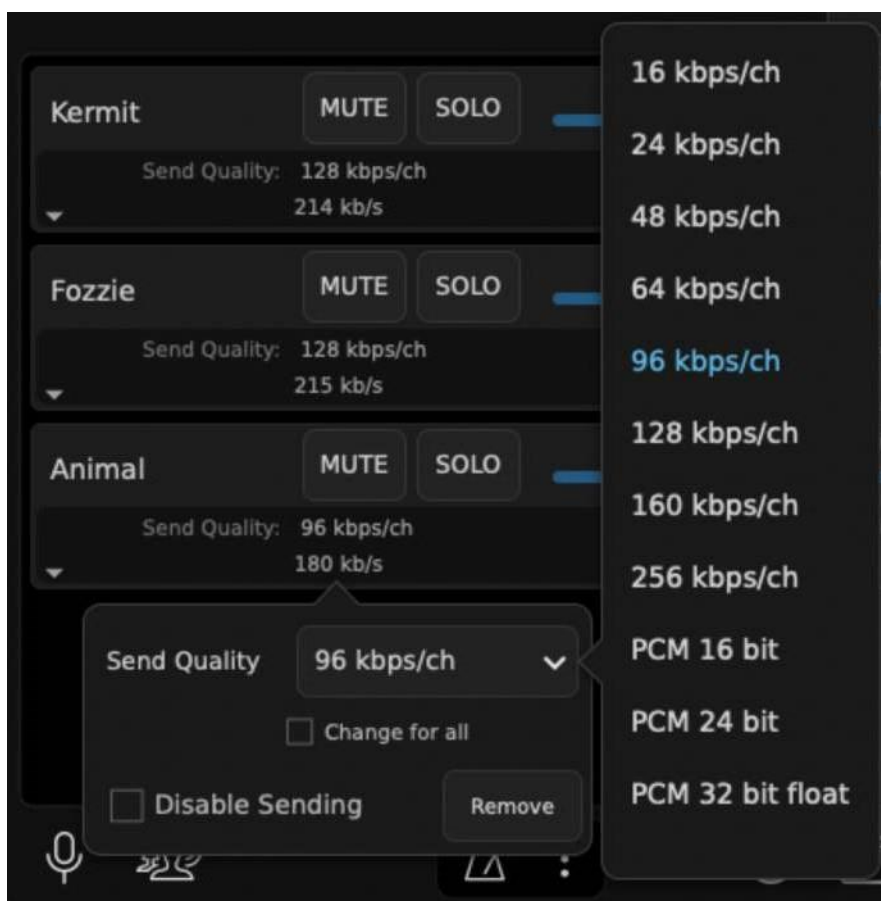
SonoBus позволяет вам выбирать аудиоформат (сжатый или несжатый) и качество, с которым вы отправляете звук, индивидуально для каждого участника сеанса.

Это позволяет найти компромисс между задержкой и качеством.

Выберите качество звука, с которым вы хотите отправить звук любому пользователю, щелкнув область «Send Quality» прямо под именем пользователя:



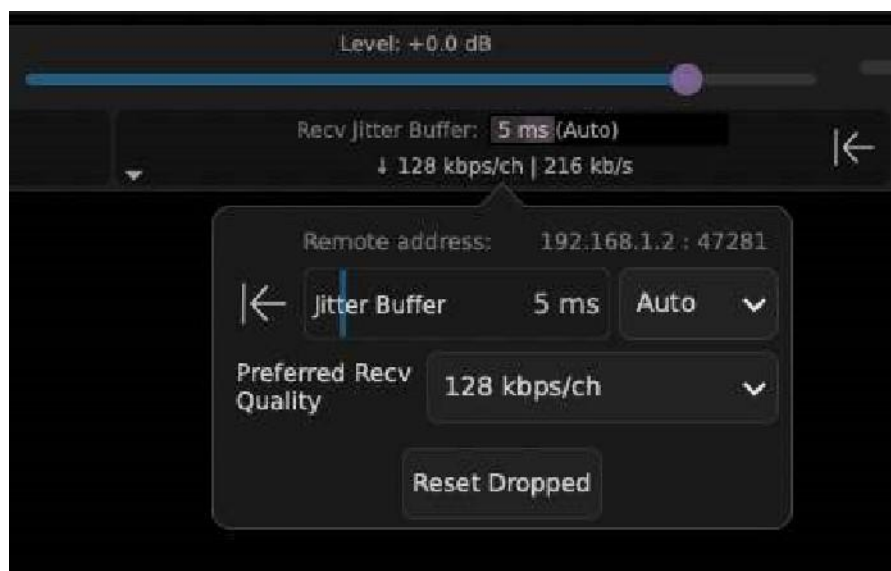
Из показываемой панели, нажмите выпадающий список (показывающий "96 kbps/ch" на рисунке ниже) и выберите качество, с которым вы хотите отправлять звук данному пользователю:



Поставьте галочку "Change for all", чтобы изменить формат для всех участников сессии.

Дополнительно, вы можете изменить формат и качество звука, с которым удалённый пользователь отправляет его вам.

Чтобы это сделать, щёлкните область статуса "Jitter Buffer" под ползунком уровня пользователя:



Щелкните раскрывающийся список «Preferred Recv Quality» (по умолчанию «No Preference»), чтобы изменить формат, с которым отправляет вам звук удаленный пользователь.

Можно запросить такой же аудиоформат и качество у всех других пользователей, установив флажок «Change for all».

Доступные сжатые форматы вносят небольшую дополнительную задержку (2,5 мс) по сравнению с несжатыми форматами, но имеют более низкие требования к пропускной способности. Кроме того, если вы используете варианты PCM (без сжатия), при отправке сетевого пакета будут использоваться преимущества возможных меньших размеров буфера выборки звука, которые вы, возможно, сконфигурировали в настройках звука, чтобы уменьшить задержку. Сжатые аудиоформаты имеют минимальный размер кадра выборки в 120 выборок, в то время как форматы PCM не имеют нижнего предела. Конечно, вы можете по-прежнему использовать буфер аудиосэмплов размером менее 120 даже при использовании сжатого качества отправки, однако это



только улучшит вашу собственную задержку мониторинга, а не сквозную задержку в сети.

## Если Вы не можете подключиться

Иногда вы можете попытаться подключиться к группе, и один или несколько человек в ней могут появиться с сообщением об ошибке, указывающим, что один из вас может находиться за несовместимым маршрутизатором и вам необходимо настроить переадресацию портов в вашем интернет-маршрутизаторе. Первое, что нужно попробовать в этом случае — это просто отключиться от группы и повторно подключиться, иногда это решает проблему. В других случаях это настоящая несовместимость, потому что один из людей может находиться в институциональной сети (корпоративной или образовательной), и они часто настроены так, чтобы недружелюбно относиться к соединениям peer-to-peer.

Одна вещь, которую вы можете сделать, что часто помогает, если у вас есть доступ к панели управления вашего собственного домашнего интернет-маршрутизатора — это настроить переадресацию портов. В настройках SonoBus в разделе «Параметры» установите флажок «Use Specific UDP port» и выберите любой желаемый номер (в данном примере - 12000). Затем в административной панели управления вашего интернет-маршрутизатора настройте переадресацию порта для UDP для порта 12000 и направьте его на внутренний сетевой адрес порта 12000 вашего компьютера. Часто этого достаточно для решения подобных проблем.

Чтобы проверить, находится ли ваша локальная сеть за маршрутизатором «Symmetric NAT», который может вызывать проблемы с SonoBus (и другими peer-to-peer системами) и требует ручной переадресации портов, посетите этот веб-сайт и запустите тест, чтобы проверить если вы находитесь за «стандартным» или «симметричным» NAT-маршрутизатором:

<https://clients.dh2i.com/NatTest/>

Чтобы использовать переадресацию портов, компьютер, на котором работает SonoBus, должен иметь фиксированный внутренний IP-адрес в вашей

домашней сети. По умолчанию большинство компьютеров получают динамический IP-адрес от маршрутизатора с использованием DHCP при подключении к сети.

Вам нужно будет вручную установить IP-адрес на вашем компьютере на один из адресов 192.168.XX или другого диапазона, используемого вашим маршрутизатором, а также убедиться, что выбранный вами адрес находится вне диапазона тех, которые маршрутизатор будет использовать для динамического назначения IP-адресов другим устройствам.

В Интернете есть много статей о настройке фиксированного IP-адреса для компьютера в локальной сети, эта процедура выходит за рамки данного руководства.

Точные инструкции по настройке вашего интернет-маршрутизатора различны для каждого ... но обычно вы найдете нужную конфигурацию в каком-либо разделе Advanced или Firewall веб-интерфейса администрирования вашего маршрутизатора в разделе Port Forwarding. Скорее всего, вы выберете «настраиваемую» переадресацию, выберите UDP, введите номер порта 12000 (или любой другой номер порта, который вы указали в параметрах SonoBus) и выберите IP-адрес для своего компьютера в сети (некоторые маршрутизаторы предоставляют вам полезные варианты выбора машин, которые он уже распознает в вашей сети). Этот адрес должен быть фиксированным адресом, который вы настроили на своем компьютере, как описано выше.

Некоторые пользователи сообщают, что простое использование этой переадресации портов может на самом деле улучшить производительность сетевого дрожания с некоторыми маршрутизаторами, даже если у вас вообще не было проблем с подключением.

## Привязка клавиатуры

Доступно несколько горячих клавиш, большинство из которых показаны в меню верхнего уровня, но так как plugin-версия не имеет строки меню, мы приводим список всех назначений.

Модификатор-клавиша Control, используемый на Windows или Linux, и в списке ниже, на Mac будет соответствовать клавише Command.

Открыть аудиофайл	= Control-O
Закрыть аудиофайл	= Control-W
Вскрыть аудиофайл	= Control-E
Обрезать в новый файл	= Control-T
Загрузить настройки	= Control-L
Сохранить настройки	= Control-S
Выйти	= Control-Q
Показать страницу Connect	= Control-N
Показать страницу Options	= Control-comma
Разъединиться	= Control-D
Приглушить все входы/Передачу	= M or Control-M
Приглушить всех пользователей	= Control-U
Воспроизведение/Пауза файла	= Spacebar or Control-P
Возврат в начало	= 0 or Control-0
Включить зацикливание	= Alt-L
Включить запись	= Control-R
Показать/Скрыть чат	= Control-Y
Включить полный детальный вид	= Control-I
Показать главные меню (на Windows или Linux в автономном режиме):	
Меню File	= Alt-F
Меню Connect	= Alt-C
Меню Transport	= Alt-T
Меню View	= Alt-V

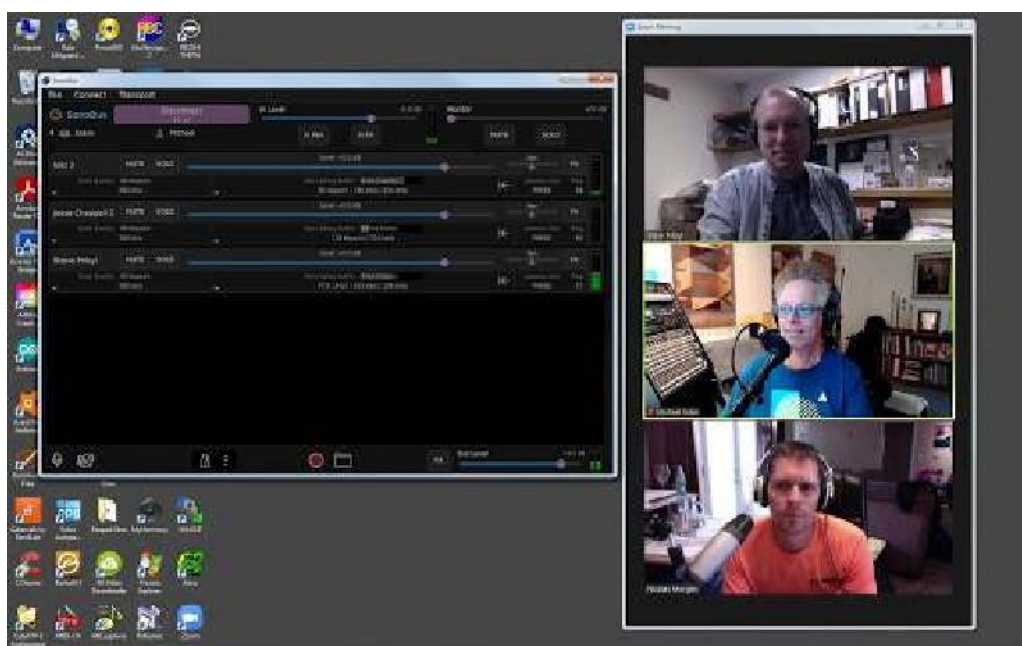
## Использование звука SonoBus с видео Zoom

Если вы хотите видеть людей, с которыми играете, вы можете запустить Zoom параллельно с SonoBus.

Просто начните новую встречу Zoom и пригласите своих участников сеанса SonoBus присоединиться к ней, отправив им ссылку на встречу Zoom по электронной почте или другой системе обмена сообщениями.

Попросите их присоединиться к собранию Zoom без звука или отключить звук на собрании.

Вот снимок экрана SonoBus и Zoom вместе:



Видео будет несколько несинхронно со звуком SonoBus, но все же очень приятно иметь возможность видеть других игроков. В наших первоначальных тестах мы обнаружили, что разница в синхронизации составляет около 50–100 мс, при этом видео Zoom отстаёт по звуку от SonoBus.

Запуск Zoom не оказал отрицательного влияния на производительность или задержку SonoBus. В нашем случае мы запустили Zoom после того, как наш сеанс SonoBus был уже установлен.

Используя параметр Zoom «Поделиться экраном -> Дополнительно -> Только музыка или звук компьютера», увеличенная аудитория в Zoom может быть включена для прослушивания вашего мониторного аудиомикса из SonoBus, но эти подробности выходят за рамки этого документа.

# Ресурсы SonoBus

Веб-сайт SonoBus

[sonobus.net](http://sonobus.net)

SonoBus на Facebook

[SonoBus Official User Group](https://www.facebook.com/SonoBusOfficialUserGroup)

SonoBus на Google

[groups.google.com/g/sonobus-users](https://groups.google.com/g/sonobus-users)

YouTube-канал SonoBus

[www.youtube.com/channel/UC1UmlNxeCuysi-6lyo8woqw](https://www.youtube.com/channel/UC1UmlNxeCuysi-6lyo8woqw)

## Связанные ресурсы

YouTube - SonoBus First Run Setup Walk-Through

<https://youtu.be/Z1qxi80GjRA>

YouTube - SonoBus Tutorial - Understanding and Minimizing Total System Audio Latency

<https://youtu.be/96mW62ISECY>

YouTube - How to install new third party applications on a MAC

<https://youtu.be/vHdoYbrWQiY>

ASIO4ALL

<http://www.asio4all.org>

Speed, Latency and Jitter Test

<https://speed.cloudflare.com>

Wikipedia - Definition of Jitter

<http://https://en.wikipedia.org/wiki/Jitter>

YouTube - Jitter Explained

<https://www.youtube.com/watch?v=MRJcwFXIMFU>

YouTube - Basics of network bandwidth, latency, and jitter

<https://www.youtube.com/watch?v=WdbJdUh6W08>

## Приложение А – Аудиоинтерфейсы, которые должны хорошо работать с SonoBus

Следующая связанная электронная таблица была первоначально составлена Кевинем Кринером для пользователей JamKazam. Пользователь сообщает, что аудиоинтерфейсы на вкладке «Confirmed Working» хорошо работают с JamKazam и должны одинаково хорошо работать с SonoBus: [List of Audio Interfaces and If/How They Work with JamKazam](#)

## Приложение В – Помощь пользователям Zoom в начале работы с SonoBus (Michael Eskin)

После отмены большинства традиционных ирландских музыкальных сессий в результате пандемии COVID-19, как и многие другие ирландские лидеры сессий по всей стране, я активно искал способы использования технологий, чтобы мы могли оставаться на связи и продолжать вместе играть музыку.

Zoom Meetings был, безусловно, самым простым способом сделать это.

Он хорошо поддерживается практически на всех компьютерах и мобильных платформах, а технологический барьер для входа очень низок. Большинство пользователей могут быстро начать работу с Zoom и могут участвовать на каком-то уровне в онлайн-сессиях. Это также очень удобная платформа для новых исполнителей, которые просто хотят слушать и подыгрывать, чтобы их не слышали другие.

Вопрос, который я часто задаю новым исполнителям в сеансах Zoom: «Можем ли мы все играть вместе?». И из-за ограничений и высокой задержки, присущих архитектуре Zoom, я должен им сказать: «Нет, это невозможно. У нас

есть только возможность играть по очереди с отключенными микрофонами, пока вы играете дома».

Если я знаю, что им удобно настраивать аудио и сетевые настройки своего компьютера, я расскажу им о SonoBus.

Технологические барьеры для использования SonoBus немного выше, чем для Zoom, особенно если исполнитель хочет оптимизировать свою настройку, чтобы иметь минимально возможную задержку при игре с другими. В идеале пользователь должен знать о драйверах WDM и ASIO в Windows, CoreAudio на Mac, настройках задержки звука и буферизации, подключениях WiFi и Ethernet, джиттере сети и т.д. Они должны понимать функцию и поведение «буфера джиттера», и различные варианты форматов передачи аудио и их влияние на общую задержку системы.

Если им удобно погружаться в настройки своей системы или если у них уже есть опыт использования программного обеспечения DAW, такого как Pro Tools или Reaper, особенно если у них уже есть опыт настройки аудиоинтерфейса USB или PCIe с малой задержкой, то я активно поощряю их попробовать.

Я бы посоветовал им установить и запустить SonoBus, посмотреть, работает ли он «из коробки», а затем настроить параметры или приобрести дополнительное оборудование, необходимое для оптимизации производительности.

Даже если они в настоящее время подключены через Wi-Fi, тестирование по Wi-Fi позволяет проверить правильность работы их аудиоподсистемы, даже если у них могут быть большие задержки в сети и проблемы с джиттером.

Если все в порядке, поскольку пользователь может подключиться через Wi-Fi, следующим шагом будет подключение через проводной кабель Ethernet. Большинство настольных систем имеют разъемы Ethernet, но для многих ноутбуков потребуется приобрести адаптер USB-C - Ethernet.

Если задержка звука высока из-за, возможно, неэффективной внутренней звуковой подсистемы, следующим шагом будет покупка аудиоинтерфейса USB или PCIe с малой задержкой из списка рекомендуемых интерфейсов, приведенного в Приложении А к этому документу.

Я рекомендую опытным пользователям SonoBus провести тестовый сеанс один на один с новыми пользователями, чтобы помочь им оптимизировать свои настройки и познакомиться с платформой.

Кроме того, я бы посоветовал всем пользователям SonoBus, которые играют традиционную ирландскую музыку, быть «географически чувствительными» к сеансам, к которым они присоединяются. Если вы находитесь в 5000 милях от группы игроков во время сеанса, которые все находятся в пределах 100 миль друг от друга и наслаждаются чрезвычайно низкой задержкой, ваша задержка в 150+ мс может не позволить вам играть с другими должным образом, и, скорее всего, другие исполнители отключат вас.

Мне очень нравится SonoBus, и я с нетерпением жду возможности поиграть с вами вживую в реальном времени в ближайшее время на сеансе SonoBus!

## Приложение С – Помощь пользователям OBS в начале работы с плагином SonoBus VST

Вы можете использовать SonoBus как плагин VST внутри Open Broadcaster Software (OBS).

Уловка заключается в том, что в разделе «Фильтры» источника аудиовхода (вы можете создать новый или использовать уже имеющийся у вас) нужно нажать шестеренку на источнике входного сигнала и выбрать «Фильтры». Затем добавьте новый фильтр и выберите SonoBus из списка плагинов. Чтобы избежать нежелательных входных сигналов, вы можете выбрать неиспользуемый источник или установить его входной уровень на минимум.

OBS не работает с особенно низкой задержкой, поэтому, если вы также хотите быть исполнителем с группой (которую вы также хотите транслировать через OBS), вы также захотите запустить отдельный SonoBus (возможно, автономную версию), к которому вы подключитесь непосредственно с аудиоинтерфейсом, и можете настроить его на использование небольшого размера буфера. Вы можете подключиться к той же группе, что и версия плагина, работающая в OBS (а также с другими людьми). В этом случае вам нужно обязательно



отключить свой вход в версии плагина SonoBus (кнопка микрофона в нижнем левом углу), чтобы он никому оттуда ничего не отправлял. И вы, вероятно, захотите отключить мониторинг для этого источника аудиовхода в OBS, чтобы он транслировал его, но вы не слышали от него что-либо локально.

Всегда может возникнуть путаница при запуске нескольких SonoBus на одной машине, связанной с мониторингом и т.д., потому что вы не хотите дублировать оборудование.

Но если вы действуете только как стример/микшер, вам, вероятно, понадобится только один экземпляр плагина SonoBus, работающий в OBS.

## Приложение D - Сторонние участники ресурсов решений для многопользовательского аудио с низкой задержкой

Другие многопользовательские peer-to-peer аудиосистемы с малой задержкой имеют такие же требования к аудиооборудованию и конфигурации системы, что и SonoBus.

Эти статьи, хотя и не касаются конкретно SonoBus, могут быть полезны при оптимизации вашей системы для SonoBus:

"A Guide to Online Sessions using JamKazam"

<https://docs.google.com/document/d/1yOGhHu429jCcWu66yvTjhBn-UdTUgmf8dYv82Z6irQI/edit?usp=sharing>

"JamKazam Hopefully Made Simple"

<http://atthemain.org/files/2020/09/Annes-JamKazam-guide-v3.pdf>

"SoundJack: The Unofficial Guide to Low Latency Online Music Making"

<https://www.ianhowellcountertenor.com/soundjack-real-time-online-music>

# Авторы и благодарности

SonoBus был разработан Jesse Chappell, Sonosaurus LLC, но создавался на плечах многих других open source-программных библиотек (подробности - см. исходный код).

Документация написана Jesse Chappell, Michael Eskin, и Tony Becker. Перевод на русский – И. Тихонов ([vk.com/ivanych001](https://vk.com/ivanych001)).