В браузере по HLS

- Описание
  - Поддерживаемые платформы и браузеры
  - Поддерживаемые кодеки
  - Схема работы
- Краткое руководство по тестированию
  - Трансляция видеопотока на сервер и воспроизведение его по HLS в браузере
- Последовательность выполнения операций (Call flow)
- Типы потоков, воспроизводимых по HLS
- Автоматическая нарезка HLS сегментов для опубликованного потока
- Аутентификация воспроизведения HLS с помощью REST hook
  - Использование собственного приложения на бэкенде для аутентификации
  - Предотвращение несанкционированного доступа к сегментам HLS
- Добавление HTTP-заголовков для управления кросс-доменным воспроизведением HLS
  - Поддержка маски в ACAO заголовке
- Использование nginx в качестве обратного прокси для воспроизведения по HLS
- Отображение статических HTML страниц на порту HLS
- Preloader для воспроизведения потока по HLS
  - Отключение прелоадера
  - Настройка собственного прелоадера
- Управление HLS подписками при помощи REST API
  - REST-методы и статусы ответа
  - Параметры
  - Особенности
  - Отображение сообщений о проблемах с LL HLS потоком
  - Отображение статистики HLS потока
    - Данные о потоке в целом
    - Данные об аудио и видео профилях нарезки
    - Данные о подписчиках на HLS поток
    - Особенности отображения количества подписчиков и количества соединений HLS
- Поддержка HLS ABR
  - Устаревшая реализация в сборках5.2.484-5.2.582
  - Актуальная реализация в сборках5.2.585и новее
    - Настройки Transcoder узлов
    - Настройки HLS Edge узлов
    - Использование
    - Предотвращение транскодирования к более высоким разрешениям
    - Ограничения
  - HLS ABR на одном узле
    - Предотвращение транскодирования к более высоким разрешениям
  - Очередность качеств в манифесте HLS ABR потока
  - Транскодирование максимального качества только при наличии B-фреймов в исходном потоке
- Максимальный размер плейлиста
- Хранение сегментов HLS
  - Использование диска
  - Использование оперативной памяти
- Отладочные логи для HLS-сессии
- Поддержка Low Latency HLS
  - Рекомендованные настройки сервера для LL HLS
  - Использование HTTP/2 и HTTP/1
  - Каталог для нарезки сегментов LL HLS
  - Максимальный размер LL HLS плейлиста
  - Прелоадер для LL HLS
    - Настройка собственного прелоадера
- Поддержка m4s контейнера
- Использование общего сетевого стека для обычного и Low Latency HLS
- Настройка URL манифеста
- Известные проблемы

Описание

HTTP Live Streaming (HLS) — это технология воспроизведения потокового видео по протоколу HTTP, разработанная Apple. HLS видеопоток кодируется в H.264 и AAC и проигрывается на любом совместимом устройстве, браузере или плеере.

Web Call Server конвертирует в HLS видео, полученное издругихподдерживаемых источниковтрансляции, таких как веб-камеры и профессиональные устройства видеозахвата, SIP-звонки и т.д..

Поддерживаемые платформы и браузеры

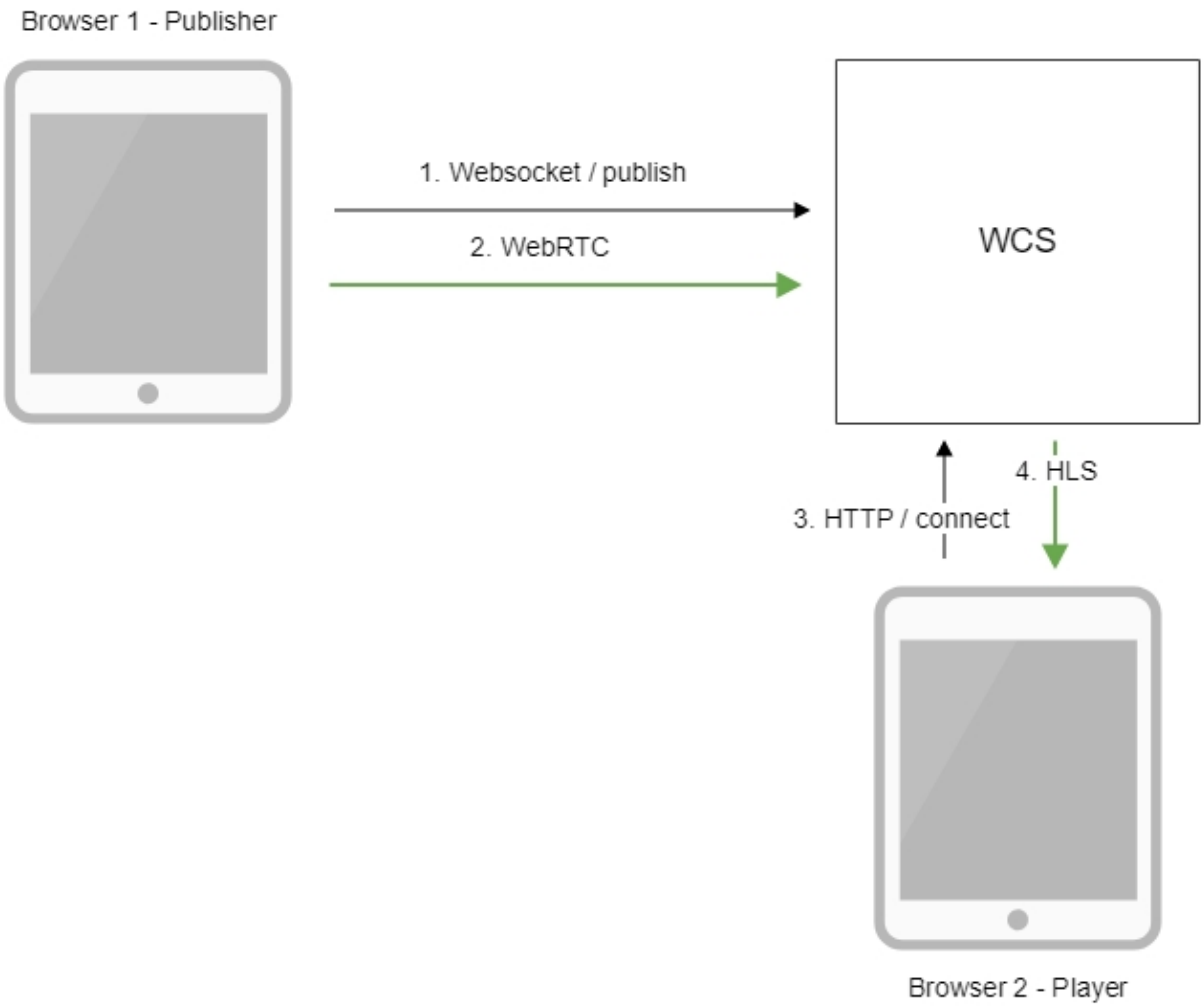
	Chrome	Firefox	Safari 11	Edge
Windows	+	+		+
Mac OS	+	+	+	

Android	+	+		
iOS	+	+	+	

Поддерживаемые кодеки

- Видео: H.264
- Аудио: AAC

Схема работы



1. Браузер соединяется с сервером по протоколу Websocket и отправляет команду publish.
2. Браузер захватывает микрофон и камеру и отправляет WebRTC поток на сервер.
3. Второй браузер устанавливает соединение по HTTP.
4. Второй браузер получает HLS поток и воспроизводит этот поток на странице.

Краткое руководство по тестированию

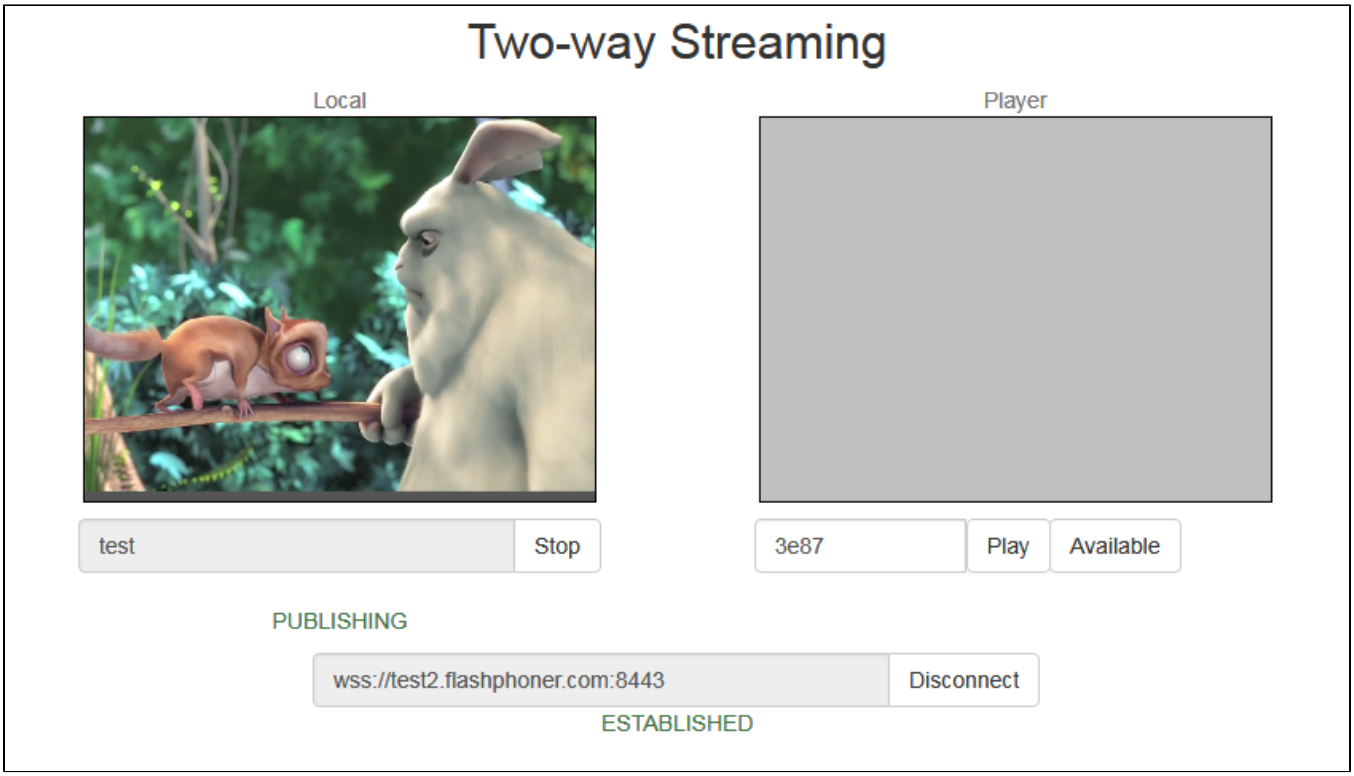
Трансляция видеопотока на сервер и воспроизведение его по HLS в браузере

1. Для теста используем:

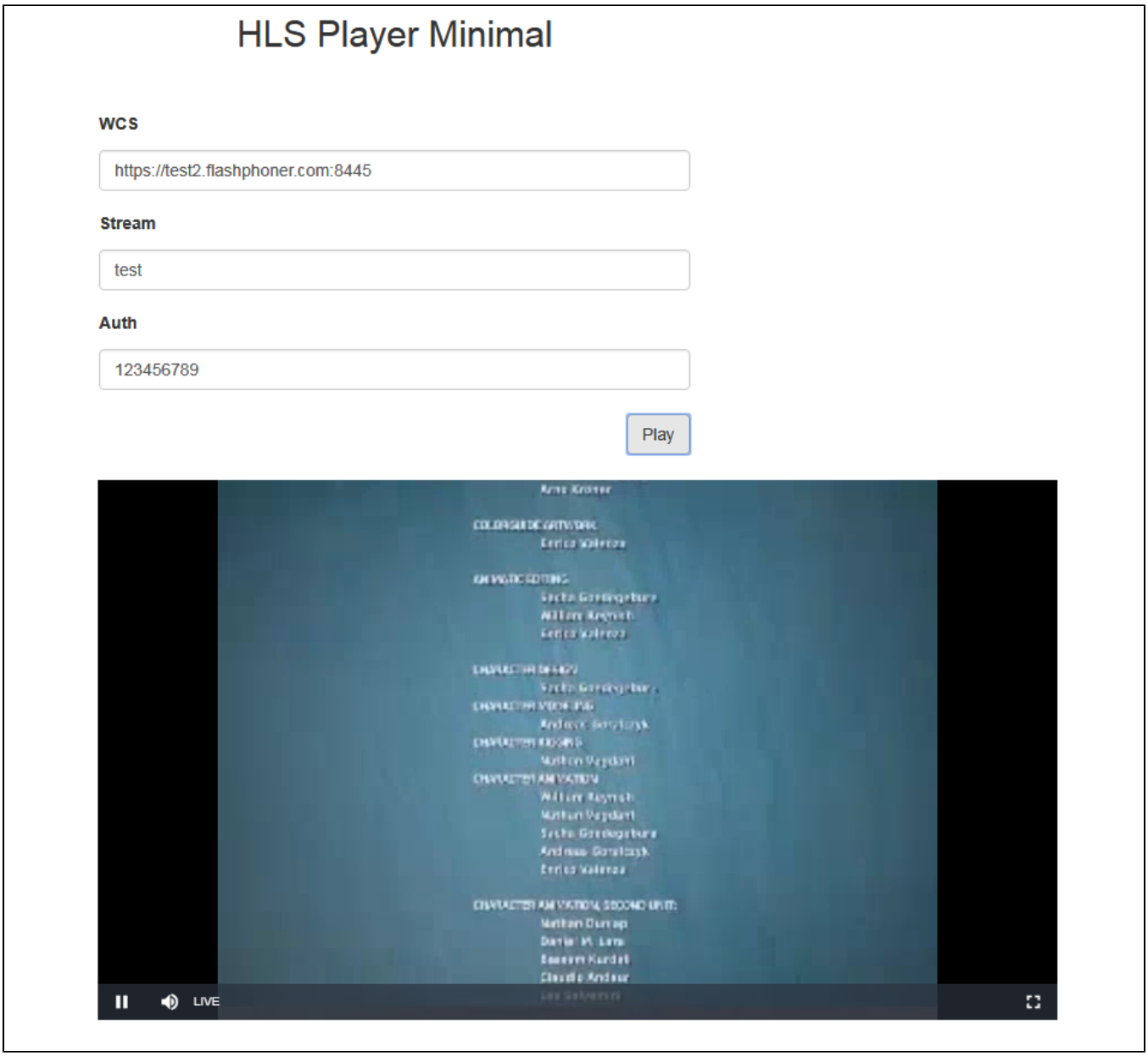
- WCS сервер
- веб-приложениеTwo Way Streamingдля публикации потока

- веб-приложениеHLS Player Minimalдля воспроизведения потока

2. Откройте веб-приложение Two Way Streaming. Нажмите Connect, затем Publish. Скопируйте идентификатор потока:



3. Откройте веб-приложение HLS Player Minimal. Укажите в поле Stream идентификатор потока и нажмите Play. начнется воспроизведение потока:

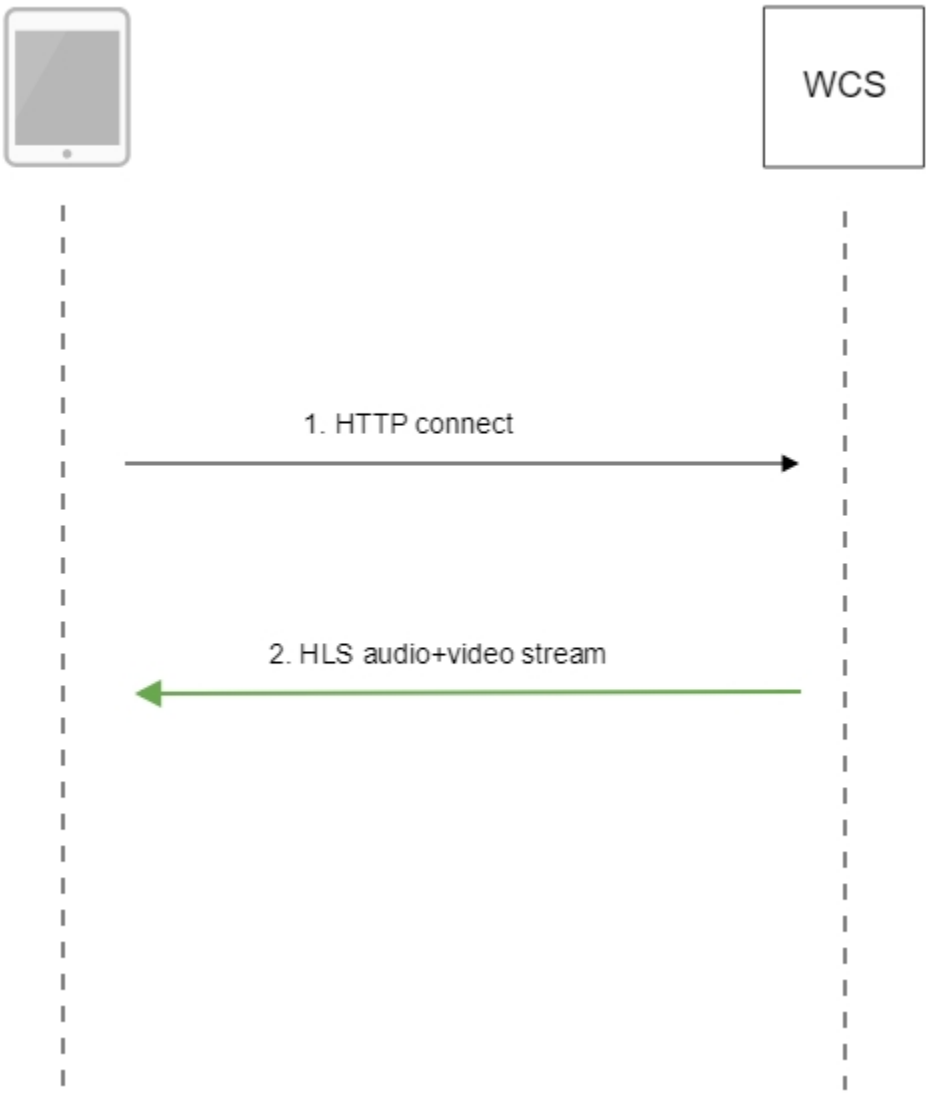


Последовательность выполнения операций (Call flow)

Ниже описана последовательность вызовов при использовании примера HLS Player Minimal для воспроизведения потока по HLS

hls-player.html

hls-player.js



1. Обращение к серверу и воспроизведение.

code

```
var player = videojs('remoteVideo');
```

URL HLS

code

```
        player.src({
            src: $("#urlServer").val() + "/" + streamName + "/" + streamName + ".m3u8",
            type: "application/vnd.apple.mpegurl"
        });
```

Запуск воспроизведения

code

```
player.play();
```

2. Получение HLS-потока от сервера

Типы потоков, воспроизводимых по HLS

По HLS может быть воспроизведен любой поток, опубликованный на WCS под заданным именем

```
http://wcs:8082/streamName/streamName.m3u8
```

Имя может быть задано при публикации из браузераили RTMP кодировщика, либо захвате RTSP, RTMP или VOD потока при помощи REST API

Начиная со сборки5.2.771,можно указать URI RTSP

```
http://wcs:8082/rtsp%3A%2F%2Frtspserver%2Flive.sdp/rtsp%3A%2F%2Frtspserver%2Flive.sdp.m3u8
```

RTMP потока

```
http://wcs:8082/rtmp%3A%2F%2Frtmpserver%3A1935%2Flive%2Fstream/rtmp%3A%2F%2Frtmpserver%3A1935%2Flive%2Fstream.
m3u8
```

или файла для VOD live трансляции

```
http://wcs:8082/vod-live%3A%2F%2Ffile.mp4/vod-live%3A%2F%2Ffile.mp4.m3u8
```

В этом случае поток будет захвачен из указанного источника, и после публикации на сервере начнется его проигрывание по HLS. Обратите внимание, что URI должен быть закодирован, все символы, кроме алфавитно-цифровых, должны быть экранированы.

В сборке 5.2.1679 добавлена возможность играть поток по URI источника, как HLS ABR

```
http://wcs:8082/vod-live%3A%2F%2Ffile.mp4-HLS-ABR-STREAM/vod-live%3A%2F%2Ffile.mp4-HLS-ABR-STREAM.m3u8
```

При обращении к Edge серверу в CDN, если поток с указанным именем или URI опубликован на Origin сервере, по HLS начнет проигрываться поток из CDN. Если такого потока в CDN нет, Edge попытается захватить поток по указанному URI локально.

Автоматическая нарезка HLS сегментов для опубликованного потока

При необходимости, любой из потоков, опубликованных на сервере по WebRTC, RTMP, MPEG-TS, или захваченный из RTSP или RTMP источника по REST API, может автоматически нарезаться на HLS сегменты. Эта возможность включается настройкой

```
hls_auto_start=true
```

В сборке 5.2.1895 добавлена возможность автоматической нарезки HLS ABR, при условии, что используется HLS ABR на одном узле. Эта возможность включается настройкой

```
hls_abr_auto_start=true
```

Аутентификация воспроизведения HLS с помощью REST hook

При необходимости, может быть настроена аутентификация клиентов для воспроизведения потока по HLS. В файле flashphoner.properties должна быть установлена настройка

```
hls_auth_enabled=true
```

При обращении к потоку на клиенте в HLS URL необходимо добавить параметрс указанием токена, полученного, например, от бэкенд-сервера. Наименование параметра задается настройкой

```
client_acl_property_name=aclAuth
```

В этом случае, обращение к потоку должно быть сформировано следующим образом:

```
        var src = $("#urlServer").val() + "/" + streamName + "/" + streamName + ".m3u8";
        var token = $("#token").val();
        if (token.length > 0) {
            src += "?aclAuth=" +token;
        }
```

На бэкенд-сервере в приложении defaultApp должен быть реализован REST hook /playHLS. WCS сервер отправляет на бэкенд запрос, содержащий полученный от клиента токен

```
URL:http://localhost:8081/apps/EchoApp/playHLS
OBJECT:
{
  "nodeId" : "NTk1tLorQ00llGbPJuFexrKceubGCR0k@192.168.1.5",
  "appKey" : "defaultApp",
  "sessionId" : "/192.168.1.100:59473/192.168.1.5:8445",
  "mediaSessionId" : "60709c5b-6950-40c3-8a3d-37ea0827ae32-
727473703a2f2f73747238312e63726561636173742e636f6d2f6772616e646c696c6c6574762f6c6f77-HLS",
  "name" : "test",
  "mediaProvider" : "HLS",
  "custom" : {
    "aclAuth" : "12345789"
  }
}
```

Бэкенд сервер должен вернуть 200 OK, если токен клиента проходит проверку, и 403 Forbidden, если не проходит. В свою очередь, клиент получает либо HLS поток, либо 401Unauthorized.

Настройка

```
hls_auth_token_cache=10
```

задает время кэширования токена в секундах (по умолчанию 10 секунд). До тех пор, пока токен находится в кэше, т.е. либо есть подписчик потока с таким токеном, либо не истекло указанное время, запросы /playHLSс этим токеном не отправляются на бэкенд. Если настройка кэширования установлена в 0

```
hls_auth_token_cache=0
```

запросы /playHLS отправляются на бэкенд при каждом HTTP GET запросе от клиента.

Эти настройки могут быть изменены без перезапуска сервера. При этом настройка`hls_auth_enabled` влияет на существующих подписчиков, а настройка`hls_auth_token_cache` на новые подключения.

Использование собственного приложения на бэкенде для аутентификации

В сборке5.2.1008добавлена возможность указать ключ приложения для аутентификации в HLS URL, например

```
https://wcs:8445/streamName/streamName.m3u8?appKey=customAppKey&aclAuth=1254789
```

В этом случае запрос /playHLS будет отправлен в указанное приложение (customAppKey в примере выше)

Предотвращение несанкционированного доступа к сегментам HLS

Для снижения нагрузки на сервер, проверка токена, а также доступности потока в CDN производится при запросе плейлиста. Для защиты отдельных сегментов в сборке5.2.436добавлена настройка

```
hls_segment_name_suffix_randomizer_enabled=true
```

В этом случае к имени файла сегмента добавляется случайным образом сгенерированный суффикс, например

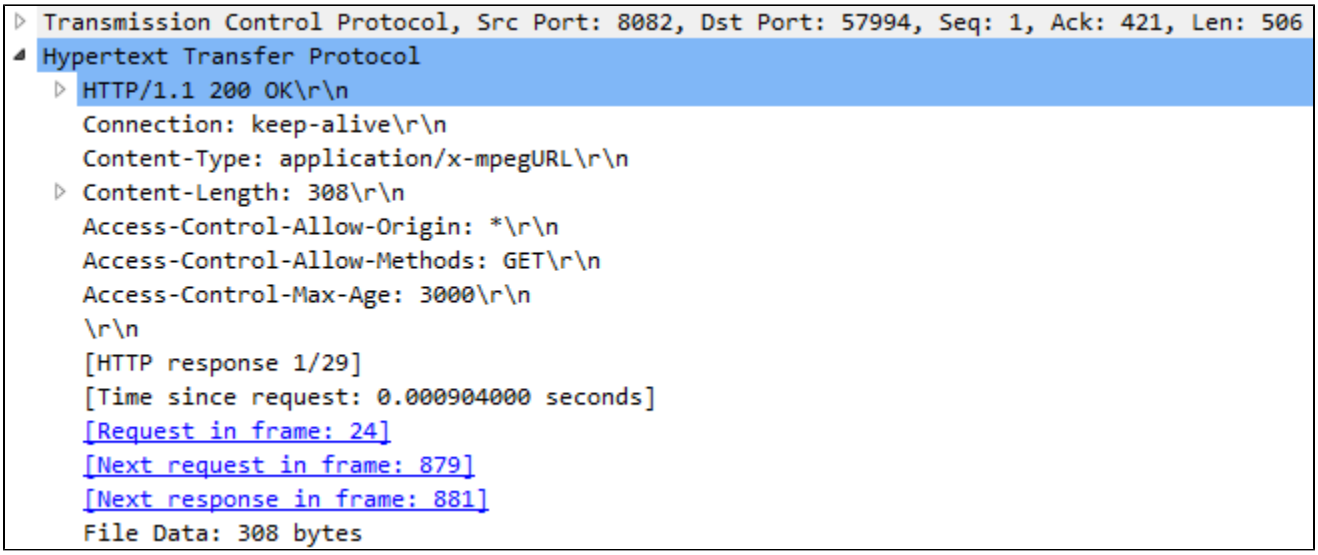
```
test16d2da4658f4374953a120f3c95bc715ea.ts
```

Таким образом, исключается перебор сегментов на стороне клиента.

Отметим, что суффикс не добавляется к сегментам прелоадера.

Добавление HTTP-заголовков для управления кросс-доменным воспроизведением HLS

По умолчанию, в ответ 200 OK на запрос HTTP GET добавляются следующие заголовки:

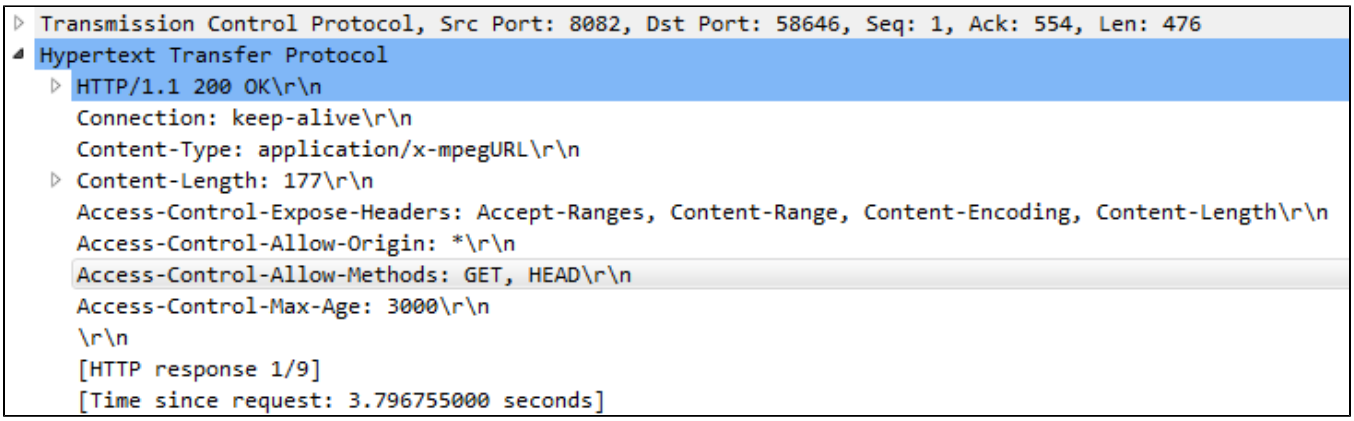



```
Access-Control-Allow-Origin: *
Access-Control-Allow-Methods: GET
Access-Control-Max-Age: 3000
```

При необходимости, если, например, воспроизводимый контент и страница HLS плеера находятся в разных доменах, можно добавить собственные заголовки при помощи следующей настройки вфайлеflashphoner.properties:

```
hls_access_control_headers=Access-Control-Allow-Origin: *;Access-Control-Allow-Methods: GET, HEAD;Access-Control-Max-Age: 3000;Access-Control-Expose-Headers: Accept-Ranges, Content-Range, Content-Encoding, Content-Length
```

В этом случае в ответ 200 OK будут добавлены заголовки, перечисленные в настройке:



Поддержка маски в ACAO заголовке

В некоторых случаях, например, при использовании балансировщика нагрузки AWS LB, в ACAO заголовке, передаваемом в ответ на запрос GET, необходимо указать источник запроса с точностью до порта, например

```
Access-Control-Allow-Origin: http://test.flashphoner.com:8081
```

Однако, при конфигурировании сервера, этот адрес не всегда известен. В связи с этим в сборке5.2.755была добавлена настройка, которая включает поддержку маски при указании ACAO заголовкав настройках сервера

```
hls_acao_header_domain_mask=true
```

По умолчанию, данная возможность включена. При этом, если указать в настройке символ '*'

```
hls_access_control_headers=Access-Control-Allow-Origin: *
```

сервер вернет в ответе на запрос GET ACAO заголовок с указанием источника запроса

```
Access-Control-Allow-Origin: http://lb.yourdomain.com:8081
```

При необходимости, данное поведение можно отключить

```
hls_acao_header_domain_mask=false
```

Использование nginx в качестве обратного прокси для воспроизведения по HLS

В некоторых случаях для воспроизведения потока с сервера по HLS может быть использован веб-сервер nginx в качестве обратного прокси. Как правило, это может потребоваться для обхода ограничений на кросс-доменные запросы к различным портам, если добавление HTTP-заголовков не помогает.

Например, если браузер требует, чтобы страница HLS-плеера и HLS-поток находились в одном домене `your.domain` и были доступны по одному и тому же порту 443 (HTTPS), nginx должен быть настроен следующим образом:

```
#  HTTP-  80   443
server {
    listen 80;
    server_name docs.flashphoner.com;
        return 301 https://$server_name$request_uri;
}

#   HTTPS  443
server {
            listen 443 ssl;
            ssl_certificate /etc/letsencrypt/live/your.domain/fullchain.pem;
            ssl_certificate_key /etc/letsencrypt/live/your.domain/privkey.pem;
            server_name your.domain;
            server_tokens off;
            client_max_body_size 500m;
            proxy_read_timeout 10m;

    root         /usr/share/nginx/html;


    location / {
    }

    error_page 404 /404.html;
        location = /40x.html {
    }

    error_page 500 502 503 504 /50x.html;
        location = /50x.html {
    }

    #  -      https://your.domain/client2
    location /client2/ {
        alias /usr/local/FlashphonerWebCallServer/client2/;
    }

    #         443 ,  https://your.domain/test.m3u8
            location ~* ^.+.(m3u8|ts)$ {
                proxy_pass https://localhost:8445;
                proxy_http_version  1.1;
                proxy_set_header    Host $server_name:$server_port;
                proxy_set_header    X-Forwarded-Host $http_host;
                proxy_set_header    X-Forwarded-Proto $scheme;
                proxy_set_header    X-Forwarded-For $remote_addr;
                proxy_set_header    Upgrade $http_upgrade;
                proxy_set_header    Connection "upgrade";
            }

}
```

Может оказаться полезным кэширование HLS-потока. В этом случае nginx должен быть настроен следующим образом:

1. В секции `http` файла настроек /etc/nginx.conf указываются параметры кэша

```
proxy_cache_path /var/cache/nginx/proxy levels=1:2 keys_zone=proxy_cache:1024m max_size=2048m inactive=10d;
proxy_cache_min_uses 1;
proxy_ignore_headers X-Accel-Expires;
proxy_ignore_headers Expires;
proxy_ignore_headers Cache-Control;
```

2. В секции `server` файла настроек сайта настраивается кэширование HLS-сегментов, при этом плейлисты не должны кэшироваться:

```
        location ~* ^.+.(ts)$ {
            proxy_pass https://localhost:8445;
            proxy_http_version  1.1;
            proxy_set_header    Host $server_name:$server_port;
            proxy_set_header    X-Forwarded-Host $http_host;
            proxy_set_header    X-Forwarded-Proto $scheme;
            proxy_set_header    X-Forwarded-For $remote_addr;
            proxy_set_header    Upgrade $http_upgrade;
            proxy_set_header    Connection "upgrade";
    proxy_cache proxy_cache;
    proxy_cache_key $host$uri$is_args$args;
    proxy_cache_valid 200 2m;
       }

        location ~* ^.+.(m3u8)$ {
            proxy_pass https://localhost:8445;
            proxy_http_version  1.1;
            proxy_set_header    Host $server_name:$server_port;
            proxy_set_header    X-Forwarded-Host $http_host;
            proxy_set_header    X-Forwarded-Proto $scheme;
            proxy_set_header    X-Forwarded-For $remote_addr;
            proxy_set_header    Upgrade $http_upgrade;
            proxy_set_header    Connection "upgrade";
    proxy_cache off;
    expires -1;
       }
```

Отображение статических HTML страниц на порту HLS

Еще один способ обхода ограничений на кросс-доменные запросы в браузере - отображение статического контента, например, страницы плеера, на том же порту, который отдает HLS контент. Чтобы включить данную возможность, необходимо указать следующую настройку в файлеflashphoner.properties

```
hls_static_enabled=true
```

Страница плеера должна располагаться в каталоге, определяемом настройкой

```
hls_static_dir=client2/examples/demo/streaming/hls_static
```

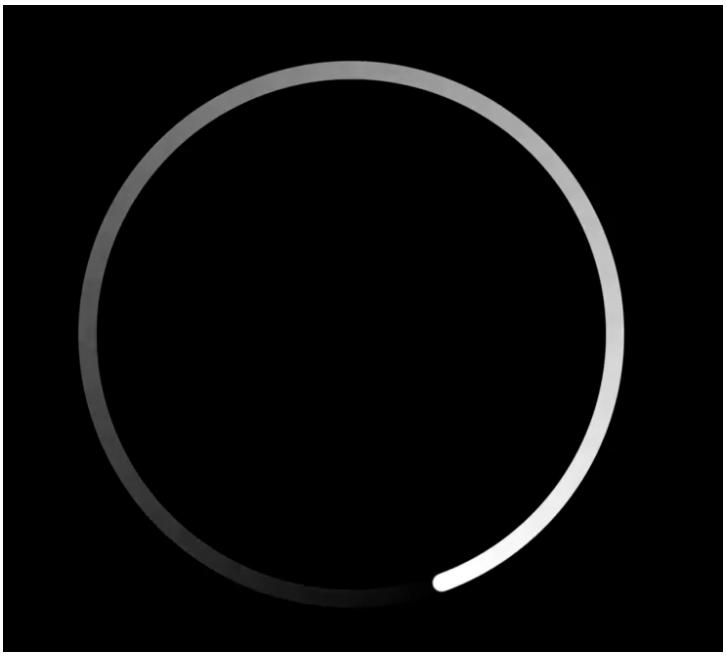
В данном случае (по умолчанию), путь к файлам страницы указан относительно каталога установки WCS.Может быть указан и полный путь, например

```
hls_static_dir=/var/www/html/hls_static
```

Если отображение статического контента включено, при обращении к WCS серверу по адресуhttps://host:8445/hls-player.htmlбраузер отобразит страницу HLS плеера. Если данная возможность отключена, при обращении по такому адресу сервер вернет ошибку 404 Not found.

Preloader для воспроизведения потока по HLS

При подключении первого HLS-подписчика к потоку, в особенности к потоку из CDN, необходимо определенное время, чтобы началась нарезка потока на HLS-сегменты, и был сформирован плейлист. В результате, браузер Safari на устройствах iOS может не подключиться к потоку по HLS с первой попытки. Чтобы подключение всегда проходило успешно, в сборке5.2.371добавлено воспроизведение прелоадера.Пре лоадер по умолчанию выглядит следующим образом



В сборке5.2.408прелоадеры разделены по соотношениям сторон картинки потока: 16:9, 4:3, 2:1

Сегменты прелоадера по умолчанию записываются в каталог`/usr/local/FlashphonerWebCallserver/hls/.preloader` при запуске сервера

```
tree /usr/local/FlashphonerWebCallServer/hls/.preloader
/usr/local/FlashphonerWebCallServer/hls/.preloader
 16x9
    index0.ts
    index10.ts
    index11.ts
    index12.ts
    index13.ts
    index14.ts
    index15.ts
    index16.ts
    index17.ts
    index18.ts
    index19.ts
    index1.ts
    index2.ts
    index3.ts
    index4.ts
    index5.ts
    index6.ts
    index7.ts
    index8.ts
    index9.ts
 2x1
    index0.ts
    index10.ts
    index11.ts
    index12.ts
    index13.ts
    index14.ts
    index15.ts
    index16.ts
    index17.ts
    index18.ts
    index19.ts
    index1.ts
    index2.ts
    index3.ts
    index4.ts
    index5.ts
    index6.ts
    index7.ts
    index8.ts
    index9.ts
 4x3
     index0.ts
     index10.ts
     index11.ts
     index12.ts
     index13.ts
     index14.ts
     index15.ts
     index16.ts
     index17.ts
     index18.ts
     index19.ts
     index1.ts
     index2.ts
     index3.ts
     index4.ts
     index5.ts
     index6.ts
     index7.ts
     index8.ts
     index9.ts
```

Минимальная длительность одного сегмента прелоадера по умолчанию составляет 2 секунды, и может быть задана в миллисекундах при помощи настройки

```
hls_preloader_time_min=2000
```

Отключение прелоадера

При необходимости, прелоадер может быть отключен, эта возможность доступна, начиная со сборки5.2.396. Для отключения HLS прелоадера используется параметр

```
hls_preloader_enabled=false
```

Настройка собственного прелоадера

Чтобы заменить прелоадер по умолчанию на собственный, необходимо сделать следующее:

1. Выбрать видеоклип (например, логотип) в трех соотношениях сторон: 16:9, 4:3, 2:1

2. С помощью ffmpeg закодировать видео в H264, добавить к видеоклипу аудиодорожку, задать периодичность ключевых кадров и убрать B-фреймы

```
ffmpeg -i clip16x9.mp4 -f lavfi -i anullsrc=channel_layout=mono:sample_rate=44100 -c:v h264 -g 30 -bf 0 -
shortest 16x9/preloader16x9.mp4
ffmpeg -i clip4x3.mp4 -f lavfi -i anullsrc=channel_layout=mono:sample_rate=44100 -c:v h264 -g 30 -bf 0 -
shortest 4x3/preloader4x3.mp4
ffmpeg -i clip2x1.mp4 -f lavfi -i anullsrc=channel_layout=mono:sample_rate=44100 -c:v h264 -g 30 -bf 0 -
shortest 2x1/preloader2x1.mp4
```

3. Загрузить и установить инструменты для подготовки HLS-сегментовс сайта Apple

4. Подготовить HLS сегменты прелоадера, указав длительность сегмента, например, 2 секунды

```
cd 16x9
mediafilesegmenter -t 2 -B index -start-segments-with-iframe preloader16x9.mp4
tar -cvzf preloader.tar.gz index*.ts
```

Этот шаг необходимо повторить для всех соотношений сторон.

5. На сервере создать каталог для прелоадера

```
mkdir /opt/custom_preloader
mkdir /opt/custom_preloader/16x9
mkdir /opt/custom_preloader/4x3
mkdir /opt/custom_preloader/2x1
```

6. Распаковать прелоадер из архива, подготовленного на шаге 4

```
cd /opt/custom_preloader/16x9
tar -xvzf ~/preloader16x9.tar.gz
```

Этот шаг также необходимо повторить для всех соотношений сторон

7. Указать в настройках сервера расположение прелоадера и длительность одного сегмента

```
hls_preloader_time_min=2000
hls_preloader_dir=/opt/custom_preloader
```

Управление HLS подписками при помощи REST API

REST-запрос должен быть HTTP/HTTPS POST запросом в таком виде:

- HTTP:http://test.flashphoner.com:8081/rest-api/hls/startup

- HTTPS:https://test.flashphoner.com:8444/rest-api/hls/startup

Здесь:

- test.flashphoner.com - адрес WCS-сервера
- 8081 - стандартный REST / HTTP порт WCS-сервера
- 8444 - стандартный HTTPS порт
- rest-api - обязательная часть URL
- /hls/startup - используемый REST-метод

REST-методы и статусы ответа

REST-метод	Пример тела REST-запроса	Пример тела REST-ответа	Статусы ответа	Описание

/hls /startup	<pre>{
	"name":"
	test"
	}</pre>
			200 - OK
			
			404 - Stream not found
			
			500 - Internal error
				Запустить HLS нарезку указанного потока

/hls /find_all	<pre>{
	"offset":0,
	"size":10
	}</pre>
		<pre>[{
		"id": "test",
		"streamName": "test",
		"status": "ACTIVE",
		"waitingSize": 0,
		"profiles": [
		"a_test",
		"v_test"
		],
		"subscribers": 1,
		"playlist": "...",
		"createdDate": 1697605114475,
		"logs": []
		}]</pre>
			200 – OK
			
			404 – Not found
				Найти все потоки, для которых есть HLS нарезки

/hls /terminate	<pre>{
	"name":"
	test"
	}</pre>
			200 – OK
			
			404 – Not found
				Завершить или перезапустить HLS нарезку указанного потока

/hls
/profiles
	<pre>{
	  "hlsId":"
	test",
	
	"profileName":
	"v_test"
	}</pre>
		<pre>{
		  "name": "v_test",
		  "stream": {
		    "appKey": "defaultApp",
		    "sessionId": "test-HLS",
		    "mediaSessionId": "81b8b278-612e-4b72-9153-
		454be9df0a34-test-HLS",
		    "name": "test",
		    "published": false,
		    "hasVideo": false,
		    "hasAudio": true,
		    "status": "PLAYING",
		    "sdp": "...",
		    "videoCodec": "H264",
		    "record": false,
		    "width": 1280,
		    "height": 720,
		    "bitrate": 0,
		    "minBitrate": 0,
		    "maxBitrate": 0,
		    "quality": 0,
		    "parentMediaSessionId": "f3401d2e-7e9a-4e18-
		a353-d323c947ac94",
		    "history": false,
		    "gop": 0,
		    "fps": 0,
		    "audioBitrate": 0,
		    "codecImpl": "",
		    "transport": "UDP",
		    "cvoExtension": true,
		    "createDate": 1697605114875,
		    "mediaType": "play",
		    "audioState": {
		      "muted": false
		    },
		    "videoState": {
		      "muted": false
		    },
		    "mediaProvider": "HLS"
		  },
		  "keyFrameReceived": true,
		  "videoProfile": {
		    "type": "video",
		    "width": 1280,
		    "height": 720,
		    "fps": 29,
		    "bitrate": 1720,
		    "codec": "",
		    "quality": 0,
		    "audioGroupId": "audio"
		  },
		  "metrics": {
		    "minFPS": 29.962547,
		    "avgFPS": 30.000088,
		    "maxFPS": 30.04292,
		    "countGaps": 0,
		    "resolutionChanges": 0,
		    "queueSize": 10,
		    "startPts": 375400,
		    "currentPts": 375400
		  },
		  "subscribers": 1
		}</pre>
			200 – OK
			
			400 – Bad request
			
			404 – Not found
				Получить статистику профиля нарезки HLS

/hls/subscribers	<pre>{
	  "hlsId":"test"
	}</pre>
		<pre>[
		  {
		  "id": "192.168.0.83-59000-Mozilla/5.0 (X11; Linux x86_64) Chrome/118.0.0.0",
		  "ip": "192.168.0.83",
		  "port": 59000,
		  "userAgent": "Mozilla/5.0 (X11; Linux x86_64) Chrome/118.0.0.0",
		  "active": true,
		  "metrics": {
		  "profileTime": {
		  "test": 71,
		  "v_test": 541353
		  },
		  "requestsNumber": 5930,
		  "requestsStatuses": {
		  "200 OK": 5930
		  },
		  "profileSwitches": 1,
		  "maxResponseTime": 29,
		  "minResponseTime": 0,
		  "avgResponseTime": 0.4436762225969646
		  }
		  }
		]</pre>
			200 – OK
			
			400 – Bad request
			
			404 – Not found
				Получить список подписчиков на HLS нарезку

Параметры

Имя параметра	Описание	Пример
name	Имя потока, опубликованного на сервере	test
state	Статус HLS нарезки	ACTIVE
logs	Сообщения о проблемах с LL HLS потоком	[]

Особенности

1.Если HLS нарезка потока запущена при помощи REST запроса /hls/startup, и нет активных HLS подписчиков, нарезка остановится по истечении интервала в секундах

```
hls_manager_provider_timeout=300
```

По умолчанию, интервал составляет 5 минут. То же касается автоматически созданных HLS нарезок при установленной настройке

```
hls_auto_start=true
```

2. Если HLS нарезка потока останавливается при помощи REST запроса /hls/terminate, и есть активные HLS подписчики, то нарезка будет перезапущена. При этом активные HLS подписчики должны повторно подключиться к потоку.

Отображение сообщений о проблемах с LL HLS потоком

В сборке 5.2.1709 добавлена возможность вывода сообщений о проблемах с LL HLS потоком в ответ на REST API запрос `/hls/find_all`:

```
{
   "test": {
    "handler": "com.flashphoner.server.client.handler.wcs4.WCS4Handler@74dbf27b",
    "state": "ACTIVE",
    "writer": "HLS-test",
    "streamStatus": "PLAYING",
    "writerStarted": "true",
    "logs": [
      "2023-07-18T10:22:52.457 WARNING: Playback speed changed to 0.779, segment 49, media type: video",
      "2023-07-18T10:22:56.614 WARNING: Gap{from=112000, to=114000, duration=2000}, media type: video",
      "2023-07-18T10:22:56.615 WARNING: Fps changed from 30 to 27, segment 50 , media type: video",
      "2023-07-18T10:22:56.624 WARNING: Segment 51.1 have no data, pts 112400, duration 400, media type: video",
      ...
    ]
  }
}
```

По умолчанию, для каждого потока выводится до 50 последних сообщений. Это значение может быть изменено при помощи настройки

```
hls_metrics_log_size=50
```

Диагностируются следующие проблемы:

- `Fps changed from x to y` - скачок FPS потока более 10 %
- `Segment x does not start with keyframe` - интервал между ключевыми кадрами потока превышает длительность одного сегмента
- `Playback speed changed to x` - скорость проигрывания потока изменилась
- `Segment interval is too big` - слишком большой интервал между сегментами
- Video resolution changed from x to y - разрешение потока изменилось
- `Gap{from=x, to=y, duration=z}` - пауза в потоке, в плейлист вставлен тэг `EXT-X-GAP`

Любая из этих проблем означает ухудшение качества исходной публикации, которая проигрывается по HLS, и может приводить к фризам, рассинхронизации звука и видео и остановке проигрывания в некоторых браузерах. В таких случаях следует принять меры по снижению помех на канале публикации, либо изменить способ публикации, например, с WebRTC на RTMP или SRT как более помехоустойчивые.

Отображение статистики HLS потока

В сборке 5.2.1777 добавлена возможность получения статистики HLS потока при помощи REST API

Данные о потоке в целом

В ответ на запрос `/hls/find_all` возвращается список всех HLS потоков на сервере с основной информацией о них:

```
[{
    "id": "test",
    "streamName": "test",
    "status": "ACTIVE",
    "waitingSize": 0,
    "profiles": [
      "a_test",
      "v_test"
    ],
    "subscribers": 1,
    "playlist": "#EXTM3U\n#EXT-X-VERSION:9\n#EXT-X-INDEPENDENT-SEGMENTS\n#EXT-X-MEDIA:TYPE=AUDIO,URI=\"a_test
/a_test.m3u8\",GROUP-ID=\"audio\",NAME=\"none\",DEFAULT=YES,AUTOSELECT=YES,CHANNELS=\"2\"\n#EXT-X-STREAM-INF:
BANDWIDTH=1761281,CODECS=\"avc1.640028,mp4a.40.2\",RESOLUTION=1280x720,FRAME-RATE=29.0,AUDIO=\"audio\"\nv_test
/v_test.m3u8\n",
    "createdDate": 1697605114475,
    "logs": []
}]
```

Здесь

- id - идентификатор HLS потока
- streamName - имя исходного потока, который нарезается на HLS сегменты
- waitingSize - количество HTTP запросов, ожидающих ответа
- profiles - список аудио и видео профилей

- subscribers - число HLS подписчиков
- playlist - содержимое HLS манифеста
- createdDate - дата создания в виде целого числа
- logs - список сообщений о проблемах с HLS потоком

При большом количестве потоков на сервере выдачу запроса можно ограничивать параметрами

```
{
  "offset":0,
  "size":10
}
```

Здесь

- offset - с какого элемента выводить список, по умолчанию 0
- size - максимальное количество выводимых элементов, по умолчанию 10

Данные об аудио и видео профилях нарезки

В ответ на запрос `/hls/profiles` возвращается статистика аудио или видео профиля нарезки:

```
{
  "name": "v_test",
  "stream": {
    "appKey": "defaultApp",
    "sessionId": "test-HLS",
    "mediaSessionId": "81b8b278-612e-4b72-9153-454be9df0a34-test-HLS",
    "name": "test",
    "published": false,
    "hasVideo": false,
    "hasAudio": true,
    "status": "PLAYING",
    "sdp": "v=0\r\no=- 1988962254 1988962254 IN IP4 0.0.0.0\r\nc=IN IP4 0.0.0.0\r\nt=0 0\r\na=sdplang:
en\r\nm=video 0 RTP/AVP 112\r\na=rtpmap:112 H264/90000\r\na=fmtp:112 packetization-mode=1; profile-level-
id=42001f\r\na=recvonly\r\n",
    "videoCodec": "H264",
    "record": false,
    "width": 1280,
    "height": 720,
    "bitrate": 0,
    "minBitrate": 0,
    "maxBitrate": 0,
    "quality": 0,
    "parentMediaSessionId": "f3401d2e-7e9a-4e18-a353-d323c947ac94",
    "history": false,
    "gop": 0,
    "fps": 0,
    "audioBitrate": 0,
    "codecImpl": "",
    "transport": "UDP",
    "cvoExtension": true,
    "createDate": 1697605114875,
    "mediaType": "play",
    "audioState": {
      "muted": false
    },
    "videoState": {
      "muted": false
    },
    "mediaProvider": "HLS"
  },
  "keyFrameReceived": true,
  "videoProfile": {
    "type": "video",
    "width": 1280,
    "height": 720,
    "fps": 29,
    "bitrate": 1720,
    "codec": "",
    "quality": 0,
    "audioGroupId": "audio"
  },
  "metrics": {
    "minFPS": 29.962547,
    "avgFPS": 30.000088,
    "maxFPS": 30.04292,
    "countGaps": 0,
    "resolutionChanges": 0,
    "queueSize": 10,
    "startPts": 375400,
    "currentPts": 375400
  },
  "subscribers": 1
}
```


Здесь:

- name - имя профиля
- stream - информация о потоке профиля, состав полей аналогичен ответу на запрос `/stream/find`
- keyFrameReceived - получен ли хотя бы один ключевой кадр из исходного потока

- audioProfile, videoProfile - исходные данные аудио или видео профиля
    - type - тип: видео или аудио
    - width - заданная ширина картинки видео
    - height - заданная высота картинки видео
    - fps - частота кадров видео
    - bitrate - заданный битрейт профиля
    - codec - заданный кодек профиля
    - quality - заданное качество видео профиля
    - audioGroupId - идентификатор аудио профиля, заданный в видео профиле
    - rate - частота дискретизации аудио профиля
    - channels - количество каналов аудио профиля
    - groupId - идентификатор аудио профиля для привязки видео
- metrics - текущие метрики профиля:
    - minFPS - минимальный FPS
    - avgFPS - средний FPS
    - maxFPS - максимальный FPS
    - countGaps - количество пауз, вставленных в поток
    - resolutionChanges - изменения разрешения видео
    - queueSize - размер очереди кадров потока
    - startPts - стартовая метка времени MPEG
    - currentPts - текущая метка времени MPEG
- subscribers - количество HLS подписчиков на данный профиль

Данные о подписчиках на HLS поток

В ответ на запрос `/hls/subscribers` возвращается статистика подписчиков на HLS поток:


```
[
  {
    "id": "192.168.0.83-59000-Mozilla/5.0 (X11; Linux x86_64) Chrome/118.0.0.0",
    "ip": "192.168.0.83",
    "port": 59000,
    "userAgent": "Mozilla/5.0 (X11; Linux x86_64) Chrome/118.0.0.0",
    "active": true,
    "metrics": {
      "profileTime": {
        "test": 71,
        "v_test": 541353
      },
      "requestsNumber": 5930,
      "requestsStatuses": {
        "200 OK": 5930
      },
      "profileSwitches": 1,
      "maxResponseTime": 29,
      "minResponseTime": 0,
      "avgResponseTime": 0.4436762225969646
    }
  }
]
```


Здесь:

- id - идентификатор подписчика
- ip - IP адрес подписчика
- port - исходящий порт подписчика
- userAgent - данные заголовка `User-Agent`, переданные подписчиком
- active - подписчик активен
- metrics - текущие метрики подписчика:
    - profileTime - время, в течение которого подписчик запрашивал данный профиль, указанное для каждого профиля
    - requestsNumber - количество запросов от подписчика
    - requestStatuses - количество статусов ответов на запросы подписчика, указанное для каждого запроса
    - profileSwitches - число переходов подписчика с одного HLS ABR профиля на другой
    - maxResponseTime - максимальное время ответа на запрос
    - minResponseTime - минимальное время ответа на запрос
    - avgResponseTime - среднее время ответа на запрос

Особенности отображения количества подписчиков и количества соединений HLS

В ответ на запросы `/hls/find_all`, `/hls/profiles`, `/hls/subscribers` возвращаются текущие количество и состав HLS подписчиков с точностью до вкладки браузера. Однако количество сетевых соединений для загрузки HLS, которое отображается на странице статистики сервера

```
curl -s http://localhost:8081/?action=stat&params=connections_hls
```

может отличаться от количества подписчиков. В большинстве случаев, HLS подписчики используют HTTP 2 протокол, и все вкладки одного браузера, которые получают HLS потоки с одного WCS сервера, будут использовать одно соединение.

При этом количество соединений, отображаемое параметром `connections_hls`, соответствует количеству установленных соединений на HLS порт, отображаемых командой `netstat` :

```
sudo netstat -np | grep ESTABLISHED | grep java | grep 8445
```

Здесь 8445 - HTTPS HLS порт WCS сервера

Поддержка HLS ABR

Для потоков с видео (только видео или видео+аудио) WCS поддерживает HLS ABR в CDN (в этом случае качества кодируются на выделенном Transcoder сервере) и на одном узле.

Для потоков только с аудио HLS ABR не работает, при попытке запросить HLS ABR манифест для такого потока сервер вернет `404 Not found!`

Устаревшая реализация в сборках5.2.484-5.2.582

В сборке5.2.484добавлена поддержка HLS ABR плейлистов. Использование этой возможности включается при помощи настройки

```
hls_master_playlist_enabled=true
```

Имя основного плейлиста указывается при помощи настройки

```
hls_manifest_file=index.m3u8
```

Браузер должен запросить основной плейлист по URL

```
https://wcs_address:8445/streamName/index.m3u8
```

Здесь

- wcs_address - адрес WCS сервера
- streamName - имя потока на сервере
- index.m3u8 - имя основного плейлиста

При запросе основного плейлиста сервер проверяет наличие потоков, транскодируемых из указанного потока согласно профилям транскодинга, перечисленным в файле настроек cdn_profiles.yml, например:

```
profiles:
  -720p:
    video:
      height: 720
      bitrate: 1000
      codec: h264
  -480p:
    video:
      height: 480
      bitrate: 1000
      codec: h264
  -240p:
    video:
      height: 240
      bitrate: 400
      codec: h264
```

Все транскодированные потоки по профилям, которые в момент запроса опубликованы на сервере, попадают в основной плейлист, например:

```
#EXTM3U
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=1000000,RESOLUTION=1280x720,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
../streamName-720p/streamName-720p.m3u8
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=1000000,RESOLUTION=852x480,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
../streamName-480p/streamName-480p.m3u8
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=400000,RESOLUTION=426x240,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
../streamName-240p/streamName-240p.m3u8
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=2500000,RESOLUTION=1280x720,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
../streamName/streamName.m3u8
```

Затем браузер, в зависимости от пропускной способности канала, переключается между потоками, перечисленными в основном плейлисте.

> В момент, когда браузер запрашивает основной плейлист, потоки уже должны быть опубликованы на сервере и нарезаться на HLS сегменты

Чтобы обеспечить наличие потоков, необходимо:

1. На отдельно стоящем сервере:

1.1. Периодически проверять, транскодируются ли потоки к указанным параметрам, и запускать транскодинг при необходимости при помощи REST API

```
        curl -s -X POST -d "{\"uri\":\"transcoder://tcode_test-240p\",\"remoteStreamName\":\"test\",\"
localStreamName\":\"test-240p\",\"encoder\":{\"width\":320,\"height\":240}}" http://localhost:8081/rest-api
/transcoder/startup
        curl -s -X POST -d "{\"uri\":\"transcoder://tcode_test-480p\",\"remoteStreamName\":\"test\",\"
localStreamName\":\"test-480p\",\"encoder\":{\"width\":640,\"height\":480}}" http://localhost:8081/rest-api
/transcoder/startup
        curl -s -X POST -d "{\"uri\":\"transcoder://tcode_test-720p\",\"remoteStreamName\":\"test\",\"
localStreamName\":\"test-720p\",\"encoder\":{\"width\":1280,\"height\":720}}" http://localhost:8081/rest-api
/transcoder/startup
```

1.2. Периодически запускать HLS потоки для включения в основной плейлист, например

```
curl -s -X POST -d "{\"name\":\"test\"}" http://localhost:8081/rest-api/hls/startup
sleep 1
curl -s -X POST -d "{\"name\":\"test-240p\"}" http://localhost:8081/rest-api/hls/startup
sleep 1
curl -s -X POST -d "{\"name\":\"test-480p\"}" http://localhost:8081/rest-api/hls/startup
sleep 1
curl -s -X POST -d "{\"name\":\"test-720p\"}" http://localhost:8081/rest-api/hls/startup
```

2. На Edge сервере в CDN периодически запрашивать HLS потоки по профилям, например

```
curl -s http://localhost:8082/test/test.m3u8
sleep 1
curl -s http://localhost:8082/test-240p/test-240p.m3u8
sleep 1
curl -s http://localhost:8082/test-480p/test-480p.m3u8
sleep 1
curl -s http://localhost:8082/test-720p/test-720p.m3u8
sleep 1
```

Актуальная реализация в сборках5.2.585и новее

В сборке5.2.585реализация HLS ABR существенно изменена. Как и прежде, HLS ABR может использоваться только в CDN, при этом все транскодированные потоки для вариантов в ABR манифесте Edge забирает одновременно в пределах одной медиасессии, чтобы варианты одного потока были синхронизированы друг с другом. Это требует совместной настройки Transcoder и Edge узлов и накладывает ряд ограничений. Рассмотрим их ниже.

Настройки Transcoder узлов

Для того, чтобы все варианты одного потока были синхронизированы между собой, на Transcoder узлах должно быть включено выравнивание кодирования

```
transcoder_align_encoders=true
```

Кроме того, должен быть включен FPS фильтр

```
video_filter_enable_fps=true
video_filter_fps=25
```

Ключевые фреймы в вариантах потока должны быть синхронизированы. Например, при 25 кадрах в секунду будем отправлять ключевой фрейм каждые 2 секунды

```
video_filter_fps_gop_synchronization=50
```

Настройки HLS Edge узлов

На HLS Edge узлах необходимо отключить использование прелоадера и транскодирование потоков

```
hls_preloader_enabled=false
hls_player_width=0
hls_player_height=0
```

Необходимо также настроить профили транскодирования в файле cdn_profiles.yml

```
profiles:
 -240p:
  audio:
    codec : mpeg4-generic
    rate : 48000
  video:
    height : 240
    bitrate : 300
    gop : 50
    codec : h264
 -480p:
  video:
    height : 480
    bitrate : 600
    gop : 50
    codec : h264
 -720p:
  video:
    height : 720
    bitrate : 1000
    gop : 50
    codec : h264
```

Обратите внимание, что параметры звука можно указать для первого профиля, т.к. для всех профилей эти параметры должны быть идентичными и будут применены по первому из профилей.

Затем необходимо включить HLS ABR

```
hls_abr_enabled=true
```

Использование

Клиент должен запрашивать плейлист HLS ABR, указывая имя потока с суффиксом

```
https://server:8445/test_0-HLS-ABR-STREAM/test_0-HLS-ABR-STREAM.m3u8
```

Суффикс задается при помощи настройки

```
hls_abr_stream_name_suffix=-HLS-ABR-STREAM
```

Плейлист содержит ссылки на плейлисты вариантов потока, между которыми клиент может переключаться

```
#EXTM3U
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=614400,RESOLUTION=852x480,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
-480p/-480p.m3u8
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=1024000,RESOLUTION=1278x720,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
-720p/-720p.m3u8
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=307200,RESOLUTION=426x240,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
-240p/-240p.m3u8
```

Если запросить поток без суффикса, будет играть HLS без поддержки ABR.

Предотвращение транскодирования к более высоким разрешениям

Если транскодирование к более высоким разрешениями отключено на HLS ABR Edge сервере

```
cdn_strict_transcoding_boundaries=true
```

то варианты, соответствующие профилям с более высокими разрешениями, для данного потока не будут нарезаться и не будут доступны плееру.

Ограничения

1. HLS Edge может быть использован только для воспроизведения HLS потоков, клиентские сессии с использованием других протоколов работать не будут.

2. Не работают такие функции, как запись, снятие снапшотов, микширование, захват потоков с другого сервера и прочие функции обработки потоков

HLS ABR на одном узле

В большинстве случаев, для проигрывания HLS ABR целесообразно использовать CDN, поскольку такое решение лучше масштабируется по вычислительной мощности. Однако, начиная со сборки 5.2.1582, поддерживается и транскодирование с нарезкой плейлистов по заданным качествам HLS ABR на одном узле

```
hls_abr_enabled=true
hls_abr_with_cdn=false
```

В этом случае необходимо отключить прелоадер и транскодирование к определенному разрешению, поскольку поток будет транскодироваться по заданным профилям

```
hls_preloader_enabled=false
hls_player_width=0
hls_player_height=0
```

Также необходимо включить выравнивание FPS при транскодинге

```
transcoder_align_encoders=true
video_filter_enable_fps=true
video_filter_fps=30
video_filter_fps_gop_synchronization=60
```

Профили транскодинга настраиваются в файле `/usr/local/FlashphonerWebCallServer/conf/hls_abr_profiles.yml`

```
profiles:
  -180p:
    audio:
      codec : mpeg4-generic
      rate : 48000
    video:
      height : 180
      bitrate : 300
      codec : h264
      codecImpl : OPENH264
      gop : 60
      fps : 30

  -240p:
    audio:
      codec : mpeg4-generic
      rate : 48000
    video:
      height : 240
      bitrate : 500
      codec : h264
      codecImpl : OPENH264
      gop : 60
      fps : 30

  -480p:
    audio:
      codec : mpeg4-generic
      rate : 48000
    video:
      height : 480
      bitrate : 1000
      codec : h264
      codecImpl : OPENH264
      gop : 60
      fps : 30

  -720p:
    audio:
      codec : mpeg4-generic
      rate : 48000
    video:
      height : 720
      bitrate : 1500
      codec : h264
      codecImpl : OPENH264
      gop : 60
      fps : 30
```

Для HLS ABR поддерживается и Low Latency HLS

```
hls_ll_enabled=true
hls_new_http_stack=true
```

При использовании HLS ABR на одном сервере, на этом сервере будет работать транскодинг к нескольким качествам для каждого опубликованного потока. Это потребует большого количества ядер CPU и оперативной памяти.

Предотвращение транскодирования к более высоким разрешениям

Начиная со сборки 5.2.1611, если поток, опубликованный на сервере, имеет разрешение по высоте меньшее, чем какой-то из вариантов, перечисленных в `hls_abr_profiles.yml`, то все варианты с большими разрешениями не будут кодироваться и не попадут в манифест, например, при публикации 960x540 манифест будет таким:

```
#EXTM3U
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=300000,RESOLUTION=320x180,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
180/180.m3u8
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=500000,RESOLUTION=428x240,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
240/240.m3u8
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=1000000,RESOLUTION=848x480,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
480/480.m3u8
```

поскольку транскодирования вверх до 1280x720 не будет.

Если разрешение потока, опубликованного на сервере, ниже минимального профиля, такой поток будет транскодирован к минимальному профилю, и в плейлисте будет только этот профиль

```
#EXTM3U
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=300000,RESOLUTION=320x180,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
180/180.m3u8
```

Если в списке профилей есть такой, для которого не указаны ни высота, ни ширина, по этому профилю поток будет транскодироваться с оригинальным разрешением и заданными FPS и GOP, и этот вариант будет всегда включаться в плейлист:

```
profiles:
  original:
    video:
      codec : h264
      codecImpl : OPENH264
      gop : 60
      fps : 30
```

Очередность качеств в манифесте HLS ABR потока

До сборки 5.2.1606, качества в манифесте HLS ABR потока сортировались в алфавитном порядке именования профилей, например, при таком `cdn_profiles.yml` или `hls_abr_profiles.yml`

```
profiles:
  360:
    video:
      height : 360
      bitrate : 1000
      codec : h264
      codecImpl : OPENH264
      gop : 60
      fps : 30

  720:
    video:
      height : 720
      bitrate : 2000
      codec : h264
      codecImpl : OPENH264
      gop : 60
      fps : 30

  1080:
    video:
      height : 1080
      bitrate : 2500
      codec : h264
      codecImpl : OPENH264
      gop : 60
      fps : 30
```

манифест будет таким

```
#EXTM3U
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=2500000,RESOLUTION=1920x1080,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
1080/1080.m3u8
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=1000000,RESOLUTION=640x360,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
360/360.m3u8
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=2000000,RESOLUTION=1280x720,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
720/720.m3u8
```

Начиная со сборки 5.2.1606, порядок следования качеств в манифесте соответствует порядку перечисления профилей в `cdn_profiles.yml` ил и `hls_abr_profiles.yml`

```
#EXTM3U
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=1000000,RESOLUTION=640x360,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
360/360.m3u8
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=2000000,RESOLUTION=1280x720,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
720/720.m3u8
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=2500000,RESOLUTION=1920x1080,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
1080/1080.m3u8
```

При этом, если в настройке встречаются два профиля с одинаковыми названиями, сервер будет использовать только последний из профилей с одинаковыми именами.

Транскодирование максимального качества только при наличии B-фреймов в исходном потоке

Для того, чтобы снизить нагрузку на сервер при кодировании видео, в сборке 5.2.1840 добавлена возможность транскодировать максимальное ABR качество (которое обычно соответствует оригинальному разрешению потока) только при наличии B-фреймов в потоке. Эта возможность включается настройкой

```
h264_b_frames_force_transcoding=true
```

При этом сервер проверяет наличие B-фреймов в исходном потоке, анализируя заданное количество фреймов (по умолчанию 10)

```
frame_cnt_to_determine_their_type=10
```

Если в потоке есть B-фреймы, максимальное ABR качество будет транскодироваться, и будет доступно плееру в HLS манифесте

```
#EXTM3U
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=1000000,RESOLUTION=640x360,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
360/360.m3u8
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=2000000,RESOLUTION=1280x720,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
720/720.m3u8
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=2500000,RESOLUTION=1920x1080,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
1080/1080.m3u8
```

Если в потоке нет B-фреймов, максимальное ABR качество не будет транскодироваться

```
#EXTM3U
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=1000000,RESOLUTION=640x360,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
360/360.m3u8
#EXT-X-STREAM-INF:BANDWIDTH=2000000,RESOLUTION=1280x720,CODECS="avc1.42e01f,mp4a.40.2"
720/720.m3u8
```

В этом случае оригинальное качество необходимо запросить отдельно с клиента.

Начиная со сборки 5.2.1916, эта возможность доступна и для HLS ABR в CDN. Для этого все серверы в CDN должны быть обновлены до сборки 5.2.1916 или новее, и на Edge сервере указаны следующие настройки

```
cdn_strict_transcoding_boundaries=true
h264_b_frames_force_transcoding=true
```

Максимальный размер плейлиста

Максимальный размер плейлиста в сегментах задается настройкой

```
hls_list_size=8
```

По умолчанию размер HLS плейлиста равен 8 сегментам. Отметим, что, когда нарезка HLS только стартовала, количество сегментов в первых плейлистах будет меньше заданного.

Хранение сегментов HLS

Использование диска

В сборках до 5.2.1713 HLS-сегменты по умолчанию записываются на диск сервера, в каталог `/usr/local/FlashphonerWebCallServer/hls`. Начиная со сборки 5.2.687, каталог для сохранения сегментов можно изменить при помощи параметра

```
hls_dir=/usr/local/FlashphonerWebCallServer/hls
```

(Расположение прелоадера настраивается отдельно при помощи параметра `hls_preloader_dir`.)

На диске хранится количество сегментов, соответствующее заданному размеру плейлиста. Чем меньше количество сегментов в плейлисте, тем меньше задержка при воспроизведении. Однако при коротком плейлисте подписчики с недостаточной пропускной способностью каналов могут запрашивать сегменты, которых уже нет в плейлисте и на диске. В связи с этим, в сборке 5.2.581добавлена возможность хранить некоторое число сегментов на диске после их ухода из плейлиста. Эта возможность включается настройкой

```
hls_hold_segments_before_delete=true
```

По умолчанию, будет храниться 5 последних сегментов

```
hls_hold_segments_size=5
```

Например, если плейлист содержит 3 сегмента

```
#EXTM3U
#EXT-X-VERSION:8
#EXT-X-TARGETDURATION:11
#EXT-X-MEDIA-SEQUENCE:15
#EXT-X-DISCONTINUITY-SEQUENCE:1
#EXTINF:3.415,
test_017.ts
#EXTINF:10.417,
test_018.ts
#EXTINF:9.084,
test_019.ts
```

на диске будут храниться 3 текущих сегмента из плейлиста и 5 предшествующих

```
test_012.ts
test_013.ts
test_014.ts
test_015.ts
test_016.ts
test_017.ts
test_018.ts
test_019.ts
```

Использование оперативной памяти

При больших нагрузках на сервер, например, если он выделен для раздачи потоков по HLS, чтение сегментов с диска для отправки подписчикам может давать задержки. В этом случае необходимо включить хранение HLS сегментов в памяти

```
hls_store_segment_in_memory=true
```

Для отправки подписчикам сегменты будут считываться из памяти. Необходимо отметить, что в этом случае потребуется больше памяти под Java heap для хранения сегментов.

В сборке 5.2.1713 хранение сегментов в оперативной памяти включено по умолчанию.

Отладочные логи для HLS-сессии

Для отчета об ошибке можно, используя CLI, включить сбор отладочных логов для HLS-сессий

```
update node-setting --value true hls_enable_session_debug
```

Следует учесть, что файл настроек flashphoner.properties будет перезаписан после этой команды.

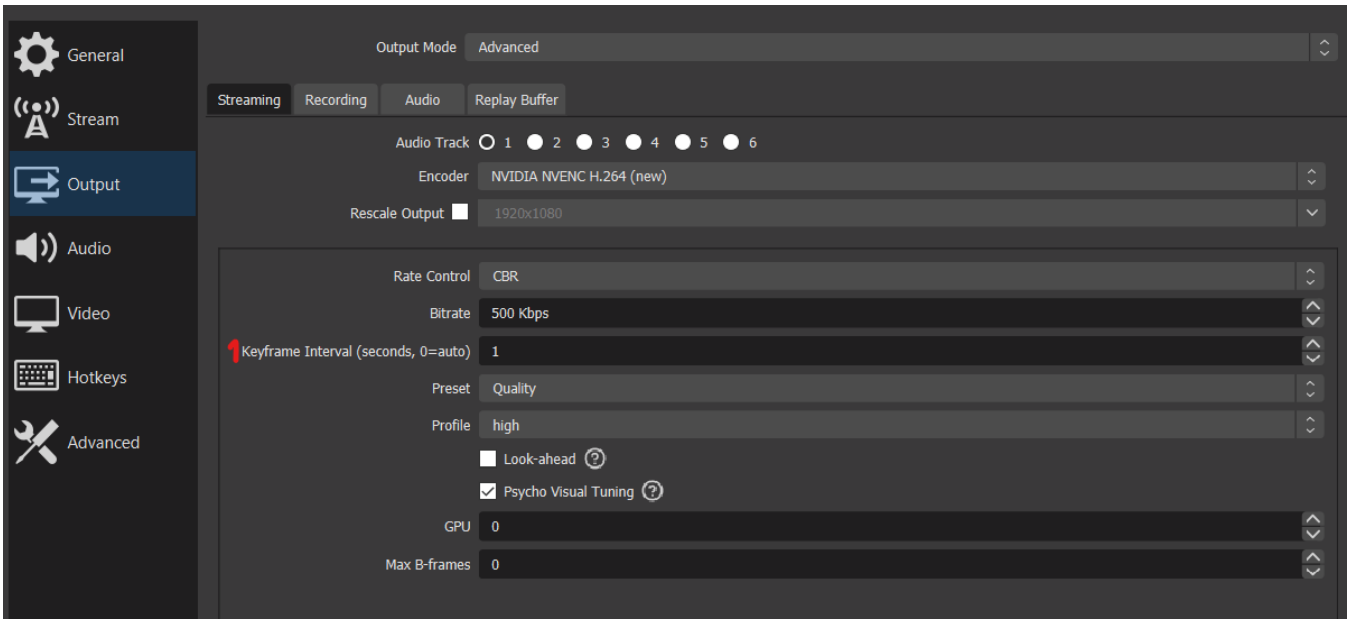
Поддержка Low Latency HLS

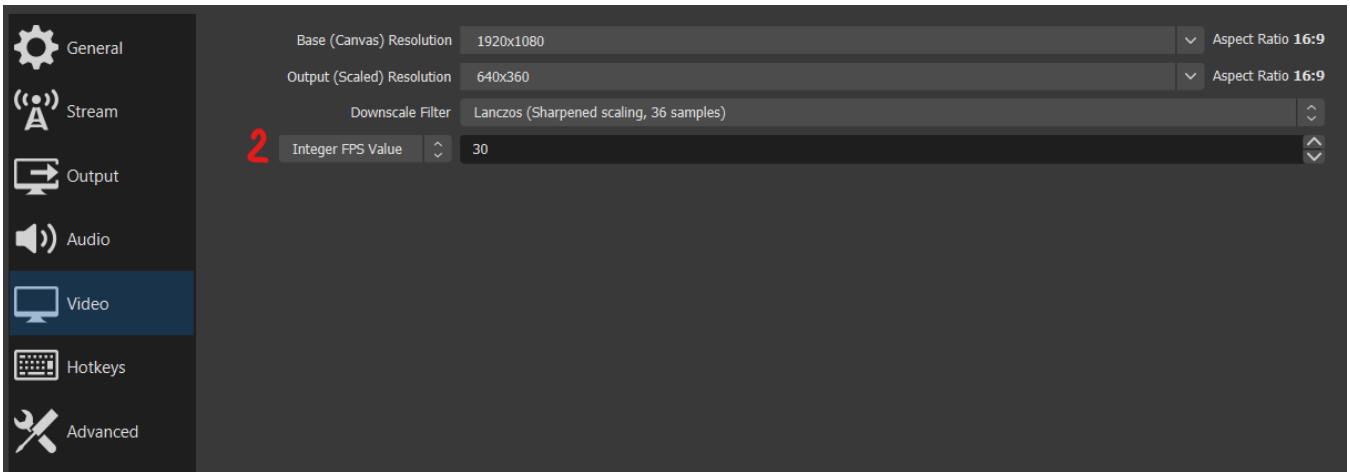
Начиная со сборки 5.2.1181, поддерживается Low Latency HLS (LL HLS). Эта возможность включается при помощи настройки

```
hls_ll_enabled=true
hls_new_http_stack=true
```

В этом случае плееры, которые поддерживают LL HLS (например, HLS.JS), будут играть дополнительные HLS сегменты и давать меньшую задержку по сравнению с плеерами, которые их не играют (например, VideoJS).

Для того, чтобы LL HLS проигрывался корректно, необходимо, как и для обычного HLS, обеспечить стабильный FPS публикуемого потока и стабильный интервал между ключевыми кадрами. Таким образом, исходный поток рекомендуется публиковать как RTMP с параметрами





Рекомендованные настройки сервера для LL HLS

Начиная со сборки 5.2.1345,рекомендуются следующие настройки для проигрывания Low latency HLS:

```
hls_ll_enabled=true
hls_auto_start=true
hls_preloader_enabled=false
hls_player_width=848
hls_player_height=480
video_filter_enable_fps=true
video_filter_fps=30
video_encoder_h264_gop=60
```

Использование HTTP/2 и HTTP/1

Согласно спецификации, LL HLS должен воспроизводиться с использованием HTTP/2, то есть через безопасное соединение

```
https://wsc:8445/test/test.m3u8
```

В WCS также возможно использование HTTP/1 через небезопасное соединение

```
http://wsc:8082/test/test.m3u8
```

Отметим, что LL HLS через HTTP/1 работает во всех основных браузерах, кроме Safari, поэтому не рекомендуется использовать эту возможность в промышленной эксплуатации.

Каталог для нарезки сегментов LL HLS

По умолчанию, сегменты LL HLS помещаются в подкаталоги с именами потоков в каталог

```
ll_hls_dir=/usr/local/FlashphonerWebCallServer/ll-hls
```

При изменении местоположения, например

```
ll_hls_dir=/opt/ll-hls
```

необходимо назначить права доступа командой

```
/usr/local/FlashphonerWebCallServer/bin/webcallserver set-permissions
```

и перезапустить WCS, чтобы применить изменения.

Максимальный размер LL HLS плейлиста

Максимальный размер LL HLS плейлиста в сегментах задается настройкой

```
ll_hls_list_size=12
```

По умолчанию размер LL HLS плейлиста равен 12 полным сегментам. Отметим, что, когда нарезка HLS только стартовала, количество полных сегментов в первых плейлистах будет меньше заданного.

Прелоадер для LL HLS

Начиная со сборки 5.2.1729, для LL HLS, как и для обычного HLS, может использоваться прелоадер

```
hls_preloader_enabled=true
```

Файлы прелоадера LL HLS по умолчанию помещаются в каталог

```
ll_hls_preloader_dir=/usr/local/FlashphonerWebCallServer/ll-hls/.preloader
```

Расположение может быть изменено, например

```
ll_hls_preloader_dir=/opt/preloader
```

По умолчанию, LL HLS прелоадер состоит из следующих файлов, по одному на каждое соотношение сторон видео потоков

```
16x9.mp4
2x1.mp4
4x3.mp4
```

Если соотношение сторон публикуемого потока неизвестно, используется прелоадер с соотношением 16:9. Если файлы прелоадера отстутствуют, нарезка LL HLS будет начинаться без прелоадера, аналогично настройке

```
hls_preloader_enabled=false
```

Настройка собственного прелоадера

При необходимости, для LL HLS может быть настроен собственный прелоадер. Для этого необходимо подготовить файлы в трех основных аспектах 16:9, 4:3 и 2:1 согласно следующим требованиям:

- контейнер MP4, кодек видео H264, кодек аудио AAC
- файлы должны позволять немедленное проигрывание (MP4 атом `moov` должен быть перед атомом `mdat`)
- файлы не должны содержать B-фреймов
- длительность файла должна быть около 1 минуты
- файл должен иметь ровный FPS
- интервал между ключевыми кадрами должен быть около 2 секунд

Предполагается, что исходные файлы уже записаны в нужном аспекте, например, при помощи OBS Studio или подготовлены в видеоредакторе. Пример команды для преобразования файла под указанные требования:

```
ffmpeg -i 16x9-source.mp4 -bf 0 -acodec aac -vcodec h264 -preset ultrafast -g 60 -strict -2 -r 30 -ar 48000 -
movflags faststart -ss 00:00:00 -t 00:01:00 16x9.mp4
```

Затем подготовленными файлами необходимо заменить файлы прелоадера по умолчанию и перезапустить WCS.

Для восстановления прелоадера по умолчанию достаточно удалить файлы собственного прелоадера и перезапустить WCS.

Поддержка m4s контейнера

В сборке 5.2.1626 добавлена поддержка m4s контейнера для нарезки HLS сегментов, а в сборке 5.2.1632 поддержка данного контейнера включена и для HLS ABR

```
ll_hls_fragmented_mp4=true
```

Начиная со сборки 5.2.1724, контейнер m4s поддерживается и для HLS ABR в CDN.

При необходимости, можно переключиться на использование ts контейнера

```
ll_hls_fragmented_mp4=false
```

Использование общего сетевого стека для обычного и Low Latency HLS

В сборке 5.2.1749 добавлена настройка, разрешающая использование унифицированного сетевого стека для обычного HLS и Low latency HLS. Эта настройка включена по умолчанию:

```
use_new_hls=true
```

При этом:

- по умолчанию используется контейнер m4s для записи сегментов
- настройки с префиксом `hls` применяются и к обычному HLS, и к LL HLS
- настройки с префиксом `ll_hls` применяются к LL HLS и к контейнеру m4s

Начиная со сборки 5.2.1793, данная настройка удалена. Для доставки HLS и LL HLS сегментов используется унифицированный сетевой стек.

Настройка URL манифеста

Начиная со сборки 5.2.1852, можно задать шаблоны URL, по которому должен запрашиваться основной плейлист (манифест) потока. По умолчанию используются следующие шаблоны:

```
hls_path_template={streamName}/{streamName}.m3u8
hls_abr_path_template={streamName}{abrSuffix}/{streamName}{abrSuffix}.m3u8
```

Здесь:

- streamName - имя потока, опубликованного на сервере
- abrSuffix - суффикс для ABR потока, заданный настройкой `hls_abr_stream_name_suffix`

В этом случае для получения манифеста HLS потока используется URL

```
https://wcs:8445/stream/stream.m3u8
```

а для HLS ABR потока

```
https://wcs:8445/stream-HLS-ABR-STREAM/stream-HLS-ABR-STREAM.m3u8
```

Если необходимо, например, задать фиксированное имя манифеста и при этом различать ABR и не ABR потоки, можно задать следующие шаблоны

```
hls_path_template={streamName}/playlist.m3u8
hls_abr_path_template={streamName}/playlist{abrSuffix}.m3u8
```

В этом случае для получения манифеста HLS потока будет использоваться URL

```
https://wcs:8445/stream/playlist.m3u8
```

а для HLS ABR потока

```
https://wcs:8445/stream/playlist-HLS-ABR-STREAM.m3u8
```

Известные проблемы

1. Невосстанавливаемый фриз HLS потока при воспроизведении в iOS Safariчерез CDN

Симптомы: через одну минуту после начала публикации изображение останавливается, звук продолжает воспроизводиться

Решение:

а) включить транскодинг на сервере при помощи настройки в файле flashphoner.properties

```
disable_streaming_proxy=true
```

б) если включение транскодинга нежелательно, установитьв файлеflashphoner.properties

```
hls_discontinuity_enabled=true
```

в этом случае возможны щелчки в аудиопотоке, но изображение останавливаться не будет.

2. Прекращение записи сегментов HLS при воспроизведении потока. опубликованного в браузере Firefox

Симптомы: через несколько минут после начала воспроизведения прекращается запись HLS-сегментов, при этом директория потока в директории hls не удаляется, в логе сервера продолжают появляться сообщения

```
INFO HLSStreamManager - HLSStreamProviderKeepaliveThread-80 Remove hls channel
```

Для восстановления публикующая сторона должна заново опубликовать поток.

Решение: использовать другой браузер для публикации потока, который предполагается воспроизводить по HLS.

3. При воспроизведении HLS в Safari в iOS 12.4 не играет видео для первого подписчика

Симптомы: при подключении первого подписчика к потоку по HLS вSafari в iOS 12.4 видео не воспроизводится, если HLS-подписчики уже есть, видео играет нормально

Решение: установить минимальное количество сегментов в плейлисте HLS не менее 2

```
hls_min_list_size=2
```

4. При воспроизведении RTMP-потока как HLS в Safari в iOS 12.4 не играет видео для любого подписчика, если активна настройка

```
hls_auto_start=true
```

Симптомы: при подключении подписчиков к RTMP потоку по HLS вSafari в iOS 12.4 видео не воспроизводится

Решение: при публикации файла со звуковой дорожкой стерео, использовать моно звук, например, для ffmpeg указать настройку

```
-acodec aac -ac 1
```

5. Если по HLS проигрывается поток, транскодированный в CDN, и если при этом изменяется соотношение сторон потока, HLS прелоадер отображается в соответствии с соотношением сторон оригинального потока

Симптомы: при заказе транскодированного потока с указанием профиля в имени, например test-640x480p, отображается прелоадер 16:9, если исходный поток опубликован в разрешении 1280x720

Решение: включить на транскодере сохранение соотношения сторон

```
video_transcoder_preserve_aspect_ratio=true
```

6. Если в исходном потоке содержатся B-фреймы, в некоторых плеерах могут наблюдаться подергивания

Симптомы: сильно дергается картинка при проигрывании HLS, возможен эффект низкого FPS

Решение: обновить WCS до сборки 5.2.863, в которой решена данная проблема

7. При проигрывании LL HLS в браузере Safari, при первом подключении к потоку может пропадать звук

Симптомы: поток играет по LL HLS, но нет звука

Решение: обновить WCS до сборки 5.2.1345 или новее, где эта проблема решена

8. Браузер Chrome на Ubuntu 22.04 может давать ошибку CORS при загрузке плейлистов по HTTPS

Симптомы: браузер Chrome на Ubuntu 22.04 играет HLS по HTTPS нормально, затем выдает ошибку CORS при загрузке очередного плейлиста

Решение: не отправлять из браузера Chrome HTTP запросы на тот же сайт, с которого проигрывается HLS по HTTPS

9. При проигрывании LL HLS ABR в iOS Safari 16 подписчики могут играть поток с большой задержкой.

Симптомы: подписчики, использующие iOS Safari 16, играют с большой задержкой (20 и более секунд) относительно публикации

Решение: обновить WCS до сборки 5.2.1677, чтобы использовать контейнер m4s по умолчанию для LL HLS, и ожидать возможного исправления в iOS Safari 17

10. HLS ABR не играет при использовании контейнера m4s

Симптомы: нарезка HLS ABR не стартует, в серверном логе сообщение

```
02:18:01,957 ERROR HlsAbrStreamProvider - HLS-HTTPS-pool-5-thread-1 Failed to check stream null
java.lang.NullPointerException
```

Решение: обновить WCS до сборки 5.2.1677, где эта проблема решена

11. VLC требует, чтобы LL HLS манифест включал как минимум 4-6 сегментов при подключении первого подписчика

Симптомы: VLC играет LL HLS в контейнере m4s с рассинхронизацией звука и видео, либо дает фризы при переключении качества для LL HLS ABR

Решение: обновить WCS до сборки 5.2.1677 и увеличить минимальный размер манифеста

```
hls_min_list_size=6
```

12. HLS поток только с аудио в контейнере ts проигрывается с заметными щелчками в браузере Safari

Симптомы: HLS поток только с аудио щелкает при проигрывании с использованием native HTML5 плеера в браузере Safari

Решение: начиная со сборки 5.2.1690,использовать контейнер m4s для потоков только с аудио

13. При использовании HLS ABR под нагрузкой может возникать утечка ресурсов кодирования

Симптомы: при использовании HLS ABR, при большой нагрузке на CPU сервера (например, общее число профилей кодирования для всех опубликованных потоков превышает возможности CPU), после остановки публикаций ресурсы кодирования могут не освобождаться, это видно в статистике, например

```
streams_hls=0
...
native_resources.video_encoders=5
```

Решение: обновить WCS до сборки 5.2.1947 и установить следующий параметр

```
handler_async_disconnect=false
```