



ИПМ им.М.В.Келдыша РАН • [Электронная библиотека](#)

[Препринты ИПМ](#) • [Препринт № 70 за 2017 г.](#)



ISSN 2071-2898 (Print)
ISSN 2071-2901 (Online)

[Бухштаб Ю.А.](#), [Воробьев А.А.](#),
[Евтеева Н.Н.](#)

Реализация новых
элементов управления
воспроизведением
поточкового гипервидео

Рекомендуемая форма библиографической ссылки: Бухштаб Ю.А., Воробьев А.А., Евтеева Н.Н. Реализация новых элементов управления воспроизведением поточкового гипервидео // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2017. № 70. 12 с. doi:[10.20948/prepr-2017-70](https://doi.org/10.20948/prepr-2017-70)
URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2017-70>

**Ордена Ленина
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ
имени М.В.Келдыша
Российской академии наук**

Ю.А.Бухштаб, А.А.Воробьев, Н.Н.Евтеева

**Реализация новых элементов
управления воспроизведением
потокowego гипервидео**

Москва — 2017

Бухштаб Ю.А., Воробьев А.А., Евтеева Н.Н.

Реализация новых элементов управления воспроизведением потокового гипервидео

Статья связана с проблематикой разработки программных средств, позволяющих виртуально создавать авторский медиа контент (например, интерактивные учебные пособия, презентации, видеодайджесты и т.д.), используя различные ресурсы Интернета, и воспроизводить его в режиме гипервидео. Рассматривается реализация новой версии гипермедиа плеера «Медиа-Гид». Эта версия способна поддерживать интерпретацию расширенного набора управляющих структур на языке XML. Описываются средства, позволяющие автоматизировать создание видео презентаций (в частности, видео лекций), сопровождаемых слайдами. Также рассматривается возможность задания в управляющей плеером структуре различных альтернативных последовательностей действий. В статье предлагается в будущем осуществить реализацию подхода, обеспечивающего возможность динамической модификации управляющих плеером структур.

Ключевые слова: потоковое видео, гипервидео, HTML5

Yury Alexandrovich Bukhshtab, Andrey Arturovich Vorobiov, Natalia Nikolaevna Evteeva

Implementation of new control elements for reproducing streaming hypervideo

The article is related to the problem of developing software tools that allow to create virtual author's media content (for example, interactive manuals, the presentations, video digests, etc.), using various Internet resources, and to reproduce it in hypervideo mode. The implementation of the new version of the hypermedia player "Media Guide" is considered. This version is able to support the interpretation of an extended set of control structures in the XML language. The means allowing to automate creation of video presentations (in particular video lectures) accompanied by slides are described. Also the possibility of setting in the control player the structure of various alternative sequences of actions is considered. In the article it is proposed in the future to realize the approach providing the possibility of dynamic modification of the player's controlling structures.

Key words: streaming video, hypervideo, HTML5

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект 15-07-00970-а.

В данной статье рассматривается развитие методов реализации предложенного ее авторами подхода [1-5], который базируется на объединении программных средств, обеспечивающих создание единого авторского медиа контента, представляющего собой результат виртуального склеивания, удаления, выделения и переупорядочивания видео и аудио файлов, распределенных на различных серверах в Интернете, и их фрагментов, со средствами задания и воспроизведения результирующего контента в режиме гипервидео. Разработанные на базе этого подхода программные средства представляют собой среду для создания проектов интерактивного медиа и функционируют в средах браузеров, поддерживающих HTML5 [6]. Воспроизведение медиа контента выполняется плеером «Медиа-Гид» (демонстрация работы плеера — <http://www.keldysh.ru/hypervision/demo.html>), управляемым с помощью файла, представленного в формате XML или JSON, который создается с помощью текстового редактора или специально разработанного для этих целей визуального редактора.

В настоящий момент осуществлена, на основе использования методов асинхронного вызова, реализация новой версии гипермедиа плеера «Медиа-Гид». Эта версия способна поддерживать интерпретацию расширенного набора управляющих структур на языке XML. Необходимость использования новых элементов такого набора возникает в связи с появлением задач, решение которых требует соответствующих средств. Например, наряду с другими возможностями, появилась возможность предусматривать выполнение различных альтернативных последовательностей заданий в управляющем плеером файле (в частности, при работе с мобильным устройством теперь может быть обеспечена трансляция определенного видео или аудио потока в зависимости от текущих координат устройства). Другой пример, который будет подробно рассмотрен далее, это создание видео презентаций (в частности видео лекций), сопровождаемых слайдами.

Действительно, при создании сайтов, содержащих видео презентации, а тем более видео, представляющего академические лекции, как правило недостаточно только разместить на экране WEB страницы окно видеоплеера, в котором будет показан снятый во время выступления лектора видеоматериал. Видеоизображение не всегда может полностью отображать всю необходимую информацию. Чаще всего необходимо размещать дополнительные графические и текстовые материалы. Во время лекции часто демонстрируются различные слайды на экране видеопроектора, используются плакаты или доска. Такие изображения обычно не очень хорошо видны при воспроизведении видео на экране плеера. Это особенно актуально для лекций, которые изначально не планировались и не готовились для создания видео курсов, а были просто сняты на видео. Такую информацию желательно располагать отдельно от видеоплеера на WEB странице, чтобы ее можно было рассмотреть подробно. Кроме графических изображений и мультимедиа также могут быть размещены поясняющие

тексты. Эта информация должна динамически обновляться во время просмотра видео лекции и синхронно с ней, повторяя то, что реально происходит в аудитории во время лекции. С другой стороны, в случае, когда презентация готовится специально для демонстрации с помощью плеера «Медиа-Гид», все его возможности, например, гипервидео или соединение различных потоков, транслируемых с распределенных серверов, могут быть использованы. Возможности такой презентации существенно превосходят традиционные.

Одной из проблем при использовании видеоматериалов является навигация по видеоклипу. Используя только временную линейку прокрутки видеоплеера, трудно точно перейти на нужную часть материала, даже зная ее тайм-код. Бывает непросто быстро найти определенную часть лекции, чтобы продолжить прерванный просмотр или вернуться назад для повторного просмотра материала. Для предоставления такой возможности необходимо разделить видео лекцию на смысловые части и озаглавить их. Можно использовать такое оглавление для быстрого перехода по тайм-коду на начало нужной части. Такой частью может являться не только новая смысловая тема в ходе лекции, но и показ очередного слайда.

Для плеера "Медиа-Гид" был разработан новый интерактивный элемент (и, соответственно, в языке задания появилась новая управляющая структура), позволяющий отображать оглавление для видеоматериала с возможностью моментального перехода на нужный тайм-код клипа. Такое оглавление позволяет пользователю в любой момент перейти на нужную часть клипа, не осуществляя ее поиск (иногда очень трудоемкий) с помощью ползунка перемотки. Этот элемент называется элементом меню. Он не виден постоянно на экране, а вызывается нажатием специальной кнопки на панели плеера. Меню появляется на экране в виде прямоугольной области, содержащей текстовые строки и, возможно, графические изображения (иконки). При активации какой-либо строки происходит переход на связанный с этой строкой тайм-код в клипе.

В языке управления плееру элемент меню задается тегом `<menu>`. Это одиночный тег, то есть он не имеет вложенных тегов. Тег `<menu>` имеет следующие атрибуты: `"text"` – задает строку текста меню, выводимую на экран в элементе меню; `"img"` – задает url графического изображения, выводимого на экране в строке элемента меню; `"clip"`, `"fragm"`, `"timecode"` - задают имя клипа, имя фрагмента и тайм-код соответственно, на которые необходимо перейти, прервав текущий просмотр.

Место, на которое будет осуществлен переход, определяется тем, какие из этих атрибутов заданы. Если указан атрибут `clip`, то переход осуществляется на указанный клип, в противном случае переход осуществляется в пределах текущего клипа. Если указан атрибут `fragm`, то переход осуществляется на указанный фрагмент, а атрибут `timecode` указывает на тайм-код от начала фрагмента. Если атрибут `fragm` не указан, то атрибут `timecode` определяет тайм-код от начала клипа. Если не указан атрибут `timecode`, то предполагается нулевой тайм-код.

Кроме этого имеются атрибуты, которые могут задавать месторасположение меню на экране и его внешний вид, отличный от используемых по умолчанию.

Атрибуты `left`, `top`, `right`, `bottom`, `width` и `height` задают расположение прямоугольника меню на экране плеера. Они аналогичны соответствующим элементам тега `<extelm>`. Атрибут `style` может быть использован для задания стилевого оформления элемента меню. С его помощью можно задать такие характеристики элемента, как цвет фона и текста, вид и цвет границы, гарнитуру и размер шрифта.

Тег `<menu>` может быть вложен в корневой тег `<play>`, теги `<clip>` или теги, задающие фрагменты `<video>` или `<gallery>`. В зависимости от того, куда вложен тег `<menu>`, определяется время, когда задаваемый пункт меню будет виден на экране. Пункты меню, указанные в корневом теге `<play>` видны в любой момент в течении трансляции любого клипа проекта. Пункты меню, вложенные в тег `<clip>`, видны только во время трансляции этого клипа. Пункты меню, заданные в тегах фрагментов `<video>` или `<gallery>`, активны только во время трансляции соответствующего фрагмента.

Иконки, представляющие эти слайды, и их названия были организованы с помощью элемента меню, что оказалось очень удобно для конечных пользователей при демонстрации этих презентаций. В общем, можно сказать, что использование элемента меню дает возможность реализовать навигационные подсказки, которые помогают пользователям в любой момент найти релевантные части авторского медиа контента.

Плеер «Медиа-Гид» обладает всеми необходимыми возможностями, чтобы использоваться в качестве инструмента для демонстрации видео презентаций (в частности, видео лекций). Кроме уже упомянутых возможностей виртуально монтировать видеоматериалы из различных потоков видео и просматривать их в режиме гипервидео, плеер может взаимодействовать с WEB страницей, на которой он размещен. Он может изменять содержимое заданных областей страницы или вызывать заданную функцию Javascript при достижении указанного тайм-кода или в качестве реакции на действия пользователя. Эти возможности могут быть использованы для воспроизведения в нужные моменты трансляции видео лекции подготовленных дополнительных графических или текстовых материалов на WEB странице вне пределов экрана плеера.

Поскольку элемент меню используется для создания оглавления частей видео лекций и в меню может отображаться не только текстовый заголовок, но и графическая миниатюра слайда, который демонстрируется в этой части лекции, то этот элемент дает возможность сделать оглавление наглядным и позволяет быстро найти нужную часть.

Возможности, возникающие при использовании элемента типа меню, оказываются весьма востребованными в некоторых приложениях. С помощью новой версии плеера «Медиа-Гид» были представлены в Интернете, на сайте ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, несколько видео лекций,

сопровожаемых слайдами, например [7], кадр из которой представлен на рис. 1.

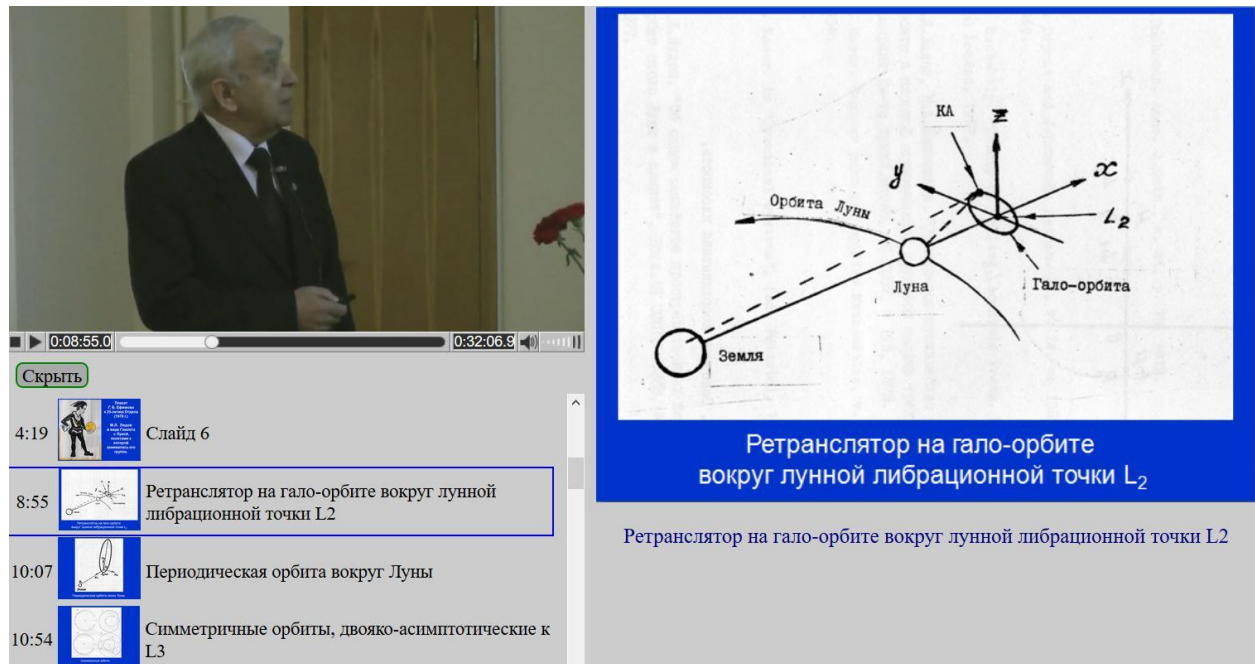


Рис. 1. Кадр видео лекции [7], сопровождаемой слайдами

Однако описание видео лекций для задания плееру «Медиа-Гид» на XML или JSON требует от пользователя достаточной подготовки, вынуждая описывать детали, которые не имеют существенного значения для организации лекции. Так, на языке XML или JSON требуется определить клип, фрагмент, задать потоки и видео файлы, описать дополнительные элементы, которые по определенным тайм-кодам выводят дополнительную графическую информацию. Эта информация необходима плееру, но никак не связана с сутью описания видео лекции. В большинстве случаев для достаточно адекватного описания видео лекции необходимо только задать, какой видео файл будет воспроизводиться, какие слайды в какие моменты будут показываться, разбить видео информацию на смысловые части по тайм-кодам и озаглавить их.

Как правило, WEB страницы с видео лекциями имеют однотипную структуру. На странице, кроме элементов оформления (заголовки, логотипы и т.д.), размещается экран видеоплеера, дополнительная область для показа слайдов и другой графической информации, область для показа дополнительной текстовой информации. В таком случае, представляется возможным создать шаблон страницы и затем использовать его для каждой видео лекции, меняя ее описание.

Описание лекции представляет собой файл формата JSON или просто описание объекта на языке Javascript. В этом объекте задаются такие свойства, как url-адрес воспроизводимого видео файла с лекцией, массив описаний заголовков частей лекции, массив описаний слайдов. Для каждого слайда задается URL-адрес изображения, заголовок изображения, дополнительная текстовая информация, тайм-код начала показа изображения и его продолжительность. Для каждого элемента оглавления задается тайм-код начала части и текст заголовка.

Кроме этого возможно задание таких дополнительных параметров, как размер экрана видеоплеера, размер слайдов и области текстовой информации, если эти параметры отличаются от принятых для шаблона по умолчанию.

Пример описания лекции:

```
var lecture={

video:["media/00015.mp4","media/00015.webm"],

screenWidth:560,
slideWidth: 650,
slideHeight: 480,

slides:[
    {time:"9:08", img:"imgs/p7.png", dur:"25", text:"Ретранслятор на гало-орбите вокруг лунной либрационной точки L2" },
    {time:"10:20", img:"imgs/p8.png", text:"Периодическая орбита вокруг Луны" },
    {time:"11:07", img:"imgs/p9.png", dur:"60", text:"Симметричные орбиты, двояко-асимптотические к L3" },
    {time:"19:31", img:"imgs/p15.png", text:"Фазовая плоскость (омега - e)" },
    {time:"21:24", img:"imgs/p16.png", text:"Поверхности c2(омега, e)" },
    {time:"23:02", img:"imgs/p19.png", text:"Апсидально-либрационная орбита спутника S24" },
    ],

titles:[
    {title:"Введение", time:"0" },
    {title:"Точки либрации", time:"8:00" },
    {title:"Симметричные орбиты", time:"10:40" },
```



```
{title:"Апсидально-либрационная орбиты", time:"22:10" },
{title:"Заключение", time:"26:20" },
]
}
```

В этом примере описания видео лекции указывается, что будет транслироваться файл `media/00015.mp4` или `media/00015.webm`, в зависимости от возможностей браузера. Далее определяются размеры экрана видеоплеера и размеры области для показа слайдов на WEB странице.

Затем задается массив из шести слайдов, для которых указано время начала показа относительно начала лекции, URL-адрес файла изображения слайда, для некоторых из них с помощью параметра "dur" задана продолжительность показа. Если продолжительность не указана, то слайд демонстрируется до перехода на следующий. Также задается название слайда, которое будет показано в специальной области WEB страницы.

Лекция разбита на пять логических частей, для которых заданы заголовки и тайм-коды начала части. Эти заголовки будут показываться в элементе меню плеера для быстрого перехода на нужную часть. В меню будут также включены и слайды. Они будут представлены миниатюрами своих изображений и названиями. При выборе слайда в меню будет осуществляться переход на часть лекции, где начинается показ этого слайда.

Такой способ описания видео лекции значительно проще, чем описание задания в файле формата XML, однако плеер не воспринимает его непосредственно. Для плеера «Медиа-Гид» была разработана надстройка в виде пакета программ на языке Javascript, которые преобразуют файл JSON или объект Javascript, описывающий видео лекцию, в объект описания задания для плеера. Именно с помощью такой надстройки были созданы и представлены в Интернете несколько лекций, сопровождаемых слайдами.

При создании учебных материалов, в том числе и видео лекций, актуальной является проблема мультиязычности, то есть наличие возможности сделать материал доступным для пользователей, говорящих на разных языках. Для видеоматериалов можно использовать титры на других языках или создать дополнительные потоки звуковых файлов с синхронным переводом на различные языки.

В плеере «Медиа-Гид» можно использовать обе возможности. Плеер позволяет подключать файлы с субтитрами или выводить текст на экран с помощью дополнительных элементов. Плеер так же позволяет подключать воспроизведение дополнительного звукового файла параллельно и синхронно с видеоизображением. Однако плеер должен подключать и воспроизводить различные звуковые файлы или файлы с титрами в соответствии с языковыми предпочтениями пользователя. Даже графические файлы со слайдами могут меняться в зависимости от языка пользователя.

Уже упоминалось, что реализация новой версии плеера поддерживает возможность предусматривать выполнение различных альтернативных последовательностей заданий в управляющем плеером файле. Эти структуры

добавлены для того, чтобы иметь возможность задавать различные последовательности фрагментов, различные наборы дополнительных элементов в зависимости от выполнения или не выполнения некоторых условий.

Язык XML является описательным и имеет жесткую структуру. Поэтому в нем не так просто реализовать задание условий в виде привычных if-then-else, как в операторных языках программирования. В языке задания плееру введен тег альтернативы `<alt>...</alt>`. Этот тег позволяет задать одну или несколько альтернативных последовательностей тегов языка задания, которые будут обрабатываться в зависимости от того, будут ли выполнены некоторые заданные условия. Тег `<alt>` может располагаться внутри любого составного тега языка задания, такого как `<clip>`, `<stream>`, `<video>` и т.д. Тег альтернативы не имеет атрибутов. Он используется только для того, чтобы сгруппировать последовательности тегов, которые будут обрабатываться в зависимости от выполнения условия, и последовательность тегов, которая будет обрабатываться, если ни одно условие не выполнено.

Для задания условий используется тег условного блока `<cond>...</cond>`. С помощью различных атрибутов в теге условного блока задается условие, которое проверяется плеером.

Так, условие на язык локализации операционной системы задается атрибутом `lang`. Атрибут задает строку, содержащую двух символьные коды языков (`en`, `ru`, `de...`), разделенные пробелами. Условие считается выполненным, если текущий, установленный в ОС язык, совпадает с одним из заданных кодов.

Тег `<alt>` может содержать один или несколько условных блоков, заданных тегом `<cond>`, а также другие теги, не входящие в теги `<cond>`. Встречая тег `<alt>`, плеер проверяет выполнение условий из входящих в него тегов `<cond>`. Как только находится первое выполненное условие, плеер интерпретирует последовательность тегов, входящую в этот тег `<cond>`. При этом игнорируются все другие теги, входящие в этот `<alt>`. Если нет ни одного условного блока `<cond>` с выполненным условием, плеер обрабатывает последовательность тегов, входящую в тег `<alt>`, но не входящую ни в один условный блок `<cond>`.

Пример:

Необходимо задать звуковой поток, содержащий речевой файл на различных языках, в зависимости от языка локализации ОС

```
<stream name="voice1">
  <alt>
    <cond lang="en">
      <file src="voice1-en.mp3" />
      <file src="voice1-en.ogg" />
    </cond>
    <cond lang="fr">
      <file src="voice1-fr.mp3" />
      <file src="voice1-fr.ogg" />
    </cond>
  </alt>
</stream>
```

```

</cond>
<cond lang="de">
    <file src="voice1-de.mp3" />
    <file src="voice1-de.ogg" />
</cond>
<file src="voice1-ru.mp3" />
<file src="voice1-ru.ogg" />
</alt>
</stream>

```

Если в ОС пользователя установлена английская, французская или немецкая локализация, то будет использоваться соответствующий звуковой файл. Для всех остальных локализаций будет использоваться русский язык.

Как уже упоминалось, возможность предусматривать выполнение различных альтернативных последовательностей заданий в управляющем плеером файле используется не только для установки языка локализации операционной системы, используемой пользователем, но и, например, оказывается очень важной при использовании мобильных устройств. Современные мобильные устройства оснащены средствами, позволяющими определять их местонахождение, используя данные со спутников GPS или ГЛОНАСС, что дает браузерам, работающим на этих устройствах, возможность обрабатывать, используя функции JavaScript, такие данные, определяя текущие координаты нахождения устройства.

Возможности позиционирования могут использоваться, чтобы в зависимости от текущих координат мобильного устройства плеер мог бы выполнять разные действия. Например, плеер может начать воспроизводить видеопоследовательность, связанную с местонахождением устройства, на котором он установлен. Как уже отмечалось, задание условий на местонахождение пользователя осуществляется с помощью тега <cond>. Атрибуты этого тега позволяют задать условие на нахождение или не нахождение пользователя в круге заданного радиуса с центром, заданным своими географическими координатами, или в прямоугольнике с заданными северной, южной, западной и восточной границами. Координаты центра или границы прямоугольника задаются широтой и долготой. Также для окружности и для прямоугольника можно использовать специальный атрибут, который определяет, что условие выполнено, если устройство находится внутри заданного круга или прямоугольника, или снаружи. Необходимо отметить, что, если устройство пользователя не обладает возможностью определять координаты, или пользователь не дал согласие на их определение, или при определении координат возникает какая-либо ошибка, то ни одно условие на местоположение не считается выполненным. Плеер проверяет все условия в момент считывания файла задания. Сразу после считывания плеер интерпретирует теги языка задания и формирует последовательности фрагментов, наборы дополнительных элементов и т.д.

Развитые средства, поддерживающие многоуровневую гипервидео технологию в плеере «Медиа-Гид», позволяют использовать сложно

организованный медиа контент. Однако, навигация по гиперссылкам в случае видео создает проблемы, некоторые из которых свойственны именно для гипервидео. Так, переход по ссылке при просмотре видеопоследовательности означает для пользователя прерывание текущего сеанса этого просмотра и временный переход к другому клипу. При многоуровневых переходах по гиперссылкам может происходить не только потеря навигации (как часто происходит и с гипертекстом), но и возможно возникновение проблем, связанных с преемственностью восприятия различных фрагментов видео. Вследствие этого пользователь часто не активирует гиперссылки в видеопоследовательности, хотя понимает, что видео клипы (или внешние WEB страницы), на который она ссылается, представляют для него значительный интерес. Предполагается расширить возможности плеера, позволяя пользователю создавать закладки, представляющие гиперссылки на фрагменты медиа контента и отображаемые на WEB странице. Эти закладки могут находиться как на компьютере пользователя, создавшего их, так и храниться в специализированной базе данных с разграничением прав доступа, которая находится на удаленном сервере и содержит информацию о пользовательских проектах создания медиа контента (в том числе и совместных проектах, разрабатываемых различными группами авторов).

Новую версию гипермедиа плеера «Медиа-Гид» планируется также расширить на базе реализации программных инструментов, обеспечивающих возможность динамической модификации структур, задающих управление воспроизведением результирующего медиа контента. Так, предполагается предоставить пользователям средства, позволяющие создавать в процессе просмотра видео материала текстовые комментарии, которые будут видны в специальной области WEB страницы, на которой размещен экран плеера (подобно слайду видео лекции). При следующих просмотрах медиа проекта эти комментарии будут видны синхронизировано с заданными пользователем тайм-кодами их появления и продолжительностью их демонстрации. Таким образом, речь идет не о постоянных комментариях к клипам целиком, а скорее о средствах динамического создания некоторого аналога титров. Важно отметить, что, в отличие от титров, такие комментарии могут быть даны относительно одного и того же видео фрагмента разными пользователями (возможно в режиме "диалога", подобно тому как происходит при использовании социальных сетей). При этом, предполагается, что модифицированный с помощью такого инструмента медиа проект будет размещен на сервере в том разделе базы данных, возможность входа в который имеют пользователи в соответствии с правилами разграничения прав доступа (например, участники конкретной группы социальной сети или другого приложения).

Литература

1. Бухштаб Ю.А., Воробьев А.А., Евтеева Н.Н. Реализация программных средств, обеспечивающих управление доставкой видео и аудио данных на базе HTML5 и Flash // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2012. № 62. 15 с. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2012-62>
2. Бухштаб Ю.А., Воробьев А.А., Евтеева Н.Н. Интерактивные возможности управления потоковым видео в среде HTML5 // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2013. № 36. 19 с. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2013-36>
3. Бухштаб Ю.А., Воробьев А.А., Евтеева Н.Н. Организация асинхронных процессов при реализации плеера, воспроизводящего потоковый медиа контент // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2015. № 40. 14 с. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2015-40>
4. Бухштаб Ю.А., Воробьев А.А., Евтеева Н.Н. Виртуальное редактирование распределенного потокового мультимедиа с использованием технологии гипервидео // Естественные и технические науки. 2016. № 6. стр. 177-181
5. Бухштаб Ю.А., Воробьев А.А., Евтеева Н.Н. Визуальный редактор потокового видео, транслируемого с различных серверов // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2016. № 51. 13 с. URL: <http://library/keldesh.ru/preprint.asp?id=2016-51>
6. HTML5 – A vocabulary and associated APIs for HTML and XHTML. – W3CRecommendation 28 October 2014. – URL: <https://www.w3.org/TR/2014/REC-html5-20141028/>
7. Вашковьяк М.А., Тесленко Н.М. Михаил Львович Лидов — яркое имя в космической науке / XL Чтения по космонавтике. Заседание, посвященное памяти М.Л.Лидова. М.: 2016. URL: <http://www.keldysh.ru/pages/mm-presentation/indexn1.html>