

*Виртуальная  
студия  
Фокус*

*Общее описание  
системы*

Версия от 19 ноября 2009 г.

VS 1.63

Copyright © SoftLab-NSK Ltd.

# Содержание

<b>1</b>	<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	<b>6</b>
<b>3.1</b>	<b>Подготовка</b> .....	<b>6</b>
3.1.1	Определение состава и конфигурации оборудования .....	6
3.1.2	Создание трёхмерной сцены (декораций) .....	6
3.1.3	Монтаж видеоматериалов .....	6
3.1.4	Подготовка и конфигурирование интерфейса управления трёхмерными декорациями .....	7
<b>3.2</b>	<b>Съёмка</b> .....	<b>7</b>
3.2.1	Съёмка в режиме "прямого эфира" .....	7
3.2.2	Съёмка в режиме записи .....	7
<b>4</b>	<b>КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ</b> .....	<b>8</b>
<b>4.1</b>	<b>Базовая конфигурация</b> .....	<b>8</b>
<b>4.2</b>	<b>Опциональные расширения</b> .....	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>ИДЕОЛОГИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА</b> .....	<b>10</b>
<b>5.1</b>	<b>Создание интерфейса управления декорациями (<i>Edit Mode</i>)</b> .....	<b>10</b>
5.1.1	Создание <i>Action</i> 'ов (программирование поведения сцены) .....	10
5.1.2	Конфигурирование контроллеров .....	10
5.1.3	Создание и конфигурирование <i>Hotset</i> 'ов .....	10
5.1.4	Объединение в проект .....	11
<b>5.2</b>	<b>Режим управления в прямом эфире (<i>LiveAction Mode</i>)</b> .....	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>ТЕХНИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ СТУДИИ (С ОПЦИЯМИ)</b> .....	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>ЗАМЕЧАНИЯ ПО ТЕКУЩЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ</b> .....	<b>14</b>

---

# 1 Введение

Виртуальные студии семейства «*Фокус*» представляют собой средство создания телевизионных передач. Это – современная и всё более популярная технология телевизионного производства, базирующаяся на совмещении виртуальных декораций (графических 3D - изображений, синтезируемых на компьютере) и реального видео, живых актёров и компьютерных персонажей, и т.п. Традиционные виртуальные студии уже достаточно хорошо описаны в литературе, и мы всё чаще видим продукты, созданные с использованием этих технологий на телевизионном и киноэкране. Основным препятствием к широчайшему распространению этих технологий во всех сферах телевизионного производства является высокая цена и сложность (скорее непривычность) технологического процесса. При создании систем семейства «*Фокус*» эти проблемы постарались преодолеть при условии сохранения качества и функциональности, присущей во много раз более дорогим системам. Более того, применённая архитектура позволяет использовать системы «*Фокус*» не только в режиме виртуальной студии, но также для компьютерного оформления эфира при обычной живой съёмке – внедрение анимированных «виртуальных плазменных панелей», трёхмерных персонажей, деловой интерактивной графики и тому подобного.

---

## 2 Предназначение и функциональные возможности

Система «Фокус» ориентирована на региональные и кабельные телевизионные студии, интернет-студии или подразделения телекомпаний. В качестве виртуальной студии она позволяет организовать производство набора телевизионных программ (новости, погода, развлекательные) или другой видео-продукции (видеоклипы и т.п.), используя всего одну небольшую студию без реальных декораций и ограниченными требованиями к свету и телевизионной технике. При этом визуальное качество получаемой продукции может крайне мало отличаться от продукции ведущих телекомпаний мира. Пример продукта, созданного при помощи системы «Фокус», показан на Рис. 1.



Рис. 1. Пример работы виртуальной студии «Фокус».

Основными отличительными чертами системы «Фокус» являются:

- многоформатный видеоввод с временной (time-base) коррекцией, что позволяет использовать несинхронные видеоисточники;
- возможность синхронизации видеовыхода (GenLock);
- уникальный кеинг (Chromakey, или рирпроекция, – цветовое замещение), сравнимый по качеству с Ultimatte (качественно прорабатываются тонкие и полупрозрачные объекты: волосы, дым, стекло и т.п.);
- легко наращиваемое число входных каналов с независимым кеингом и временной коррекцией;
- встроенная звуковая задержка для синхронизации выходного видео и звука;
- просчет трёхмерных сцен в реальном времени с использованием входных динамических видео изображений в качестве текстуры на любых объектах сцены;
- неограниченное число виртуальных анимируемых камер;
- поддержка статических или роботизированных видеокамер-источников с переключением между ними в реальном времени;
- широкие возможности по созданию анимированных компьютерных персонажей, элементов интерьера, спецэффектов;

- 
- управление любыми объектами и параметрами автоматически, по сценарию, либо интерактивно;
  - возможность интеграции с видео-серверами, титровальными станциями и другим внешним оборудованием, в частности, для обеспечения работы по общему сценарию.

Технические решения позволяют использовать видеоисточники, например, камеры различного уровня, и получать при этом качественный результат. Это достигается за счёт применения цифровых декодеров и временной коррекции в каждом входном канале, специально адаптированных уникальных алгоритмов кеинга, фильтрации и микширования. При этом за счёт модульности и наращиваемости система легко может быть развита для работы с компонентными, цифровыми SDI или HD SDI-сигналами.

В отличие от большинства других виртуальных студий, изображение актёра, получаемое после кеинга, используется далее в качестве текстуры (материала) в системе генерации трёхмерных декораций в реальном времени, что позволяет располагать изображение актёра в любом месте синтезируемой трёхмерной сцены и работать с анимированными виртуальными камерами. Таким образом, вместо сложной и дорогостоящей системы датчиков положения («tracking») реальной камеры используется компьютерная эмуляция движения и трансфокации. При этом можно заранее создавать произвольно сложные траектории такого движения, что в реальной студии невозможно, либо требует применения чрезвычайно дорогостоящей крановой техники. Конечно, спектр возможных движений виртуальных камер ограничен при использовании реальных статических камер, но вполне достаточен для очень широкого спектра приложений. Например, слишком близкое расположение к актёру виртуальной камеры, направленной на него, будет выглядеть как цифровое увеличение (digital zoom). Или, средствами «Фокуса» нельзя показать изображение профиля актёра, то есть имитировать обход вокруг него без специальных средств (вращающийся подиум «turn table») и т.п. С другой стороны, систему можно использовать в обычном режиме «оверлей», когда полное, немасштабированное видеоизображение актёра просто микшируется с синтезируемыми компьютерными декорациями (накладывается «тексел в пиксел»), но при этом исчезает возможность имитировать наезды и отъезды камер. Стоимость же трекинговых систем (датчиков положения и параметров камер) в несколько раз превышает стоимость самой студии.

Для некоторого класса приложений (например, прогноза погоды) с несколькими статическими положениями камер режим «оверлей» вполне пригоден с учётом того, что он позволяет показать видеоизображение актёра с максимальным качеством за счёт отсутствия дополнительной обработки и фильтрации, неизбежных при использовании видео в качестве текстуры в синтезируемых трёхмерных сценах.

Кроме преимуществ использования анимации виртуальных камер, использование видео в качестве текстур даёт огромные возможности для создания разнообразных спецэффектов типа морфинга, размножения объектов, зеркальных отражений, использования криволинейных поверхностей и многих других. В частности, можно создавать виртуальные телевизионные панели с причудливой анимацией, произвольно искажать изображение актёра и т.п. В качестве источника для такой видеотекстуры может служить не только «живой» источник (видеокамера, видеомэгнитофон), но также и файл видео, который можно воспроизводить либо напрямую с жёсткого диска компьютера виртуальной студии, либо с отдельного файлового сервера. При условии, что сетевое соединение обеспечивает бесперебойную передачу данных необходимого объёма. Работа с видеофайлами по сети может оказаться даже более предпочтительной, поскольку исключает влияние нагрузки на систему при работе дисковой подсистемы. Безусловно, существуют ограничения общей производительности системы на одновременное воспроизведение нескольких подобных динамических объектов. Актуальные конфигурации позволяют оперировать одновременно с тремя или четырьмя полноразмерными видеотекстурами в зависимости от общей сложности синтезируемой сцены. При уменьшении разрешения и, следовательно, потоков данных, возможно соответствующее увеличение числа используемых одновременно различных видео-текстур в сцене.

---

## 3 Особенности технологии

Технологический процесс телевизионного производства с помощью «Фокуса» можно представить двумя этапами – подготовительные работы и собственно съёмки в реальном времени. На этапе подготовки прорабатывается сценарий создаваемой программы и по нему разрабатывается набор соответствующих трёхмерных декораций, подбираются необходимые видео– и аудиоматериалы, элементы оформления, производится требуемая анимация объектов и виртуальных камер.

Практически любое действие или изменение параметров во время съёмки может осуществляться либо автоматически по сценарию, либо интерактивно, под управлением оператора. Причём могут использоваться несколько рабочих мест операторов для интерактивного управления различными аспектами процесса съёмки (например, виртуальными актёрами с помощью нескольких джойстиков). Система построена по принципам модульности и наращиваемости, и может использоваться как самостоятельно, с соответствующим процессу набором опций, так и интегрированно с существующим у пользователя видео-оборудованием.

Остановимся более подробно на технологических этапах:

### 3.1 Подготовка

#### 3.1.1 Определение состава и конфигурации оборудования

Необходимо определить состав телевизионного оборудования, используемого в процессе съёмок – количество камер (от 1-ой до 6-ти), тип, параметры и расположение камер (возможно одновременное использование в кадре до 3-х различных видео текстур), видео-оборудование (видеомагнитофоны, микшерские пульта и т.п.), аудио-оборудование и т.п.

#### 3.1.2 Создание трёхмерной сцены (декораций)

Основным инструментом для создания анимированных трёхмерных декораций является широко распространенный пакет *3D Studio MAX*, с помощью которого создаётся трёхмерная обстановка, анимируются подвижные объекты, размещаются видео текстуры, виртуальные камеры и т.п. (возможно также использование пакета *Maya*). Безусловно, требования реального времени накладывают определённые ограничения на сложность создаваемых сцен и могут потребовать соответствующих навыков по оптимизации от дизайнеров, что, впрочем, можно сказать про любые виртуальные студии (производительность системы определяется используемым 3D-акселератором, тактовой частотой процессора, объёмом оперативной памяти и т.п.). Даже бурный рост производительности компьютеров и графических акселераторов в последнее время и в обозримом будущем не позволит снять подобные ограничения (включая самые дорогостоящие системы, базирующиеся на высокопроизводительных платформах). С другой стороны, не искушённые в трёхмерной графике пользователи могут воспользоваться набором заготовок–шаблонов, поставляемых с системой или приобретённых у дизайнеров, работающих с виртуальной студией. Пользователи шаблонов могут произвести с ними необходимую адаптацию и модификации (например, поменять цвет, надписи на объектах, текстуры) с помощью очень простых средств (любых двумерных редакторов изображений и т.п.).

#### 3.1.3 Монтаж видеоматериалов

Используемые при съёмке предварительно оцифрованные видеоматериалы (клипы, видео сюжеты, рекламные вставки и т.п.) предварительно монтируются с помощью поставляемой опционально системы нелинейного монтажа, причем для воспроизведения в реальном времени могут использоваться логические проекты или расписания (программы воспроизведения), без реального пересчёта и копирования данных. В случае интеграции с внешним воспроизводящим оборудованием (посредством дополнительного канала видео-ввода) монтаж и воспроизведение осуществляются с помощью других имеющихся у пользователя средств.

---

### 3.1.4 Подготовка и конфигурирование интерфейса управления трёхмерными декорациями

Как правило, в процессе съёмки возникает необходимость интерактивного управления трёхмерной обстановкой (переключение виртуальных камер, запуск анимации, смена виртуальных декораций и т.п.). Для этой цели пользователь может заранее задать на специальном языке описания сценария (скрипт) различные последовательности действий (далее называемые *Actions*) и соответствующие им интерактивные кнопочные панели. Во время съёмки эти панели и будут использоваться оператором для управления виртуальными декорациями - оператор запускает соответствующие *Action-ы*, нажимая на кнопки с помощью мыши, сенсорного экрана или используя назначенные кнопкам *Hotkey* клавиши на клавиатуре. Ниже, в главе 5, подробно рассматриваются средства, позволяющие максимально упростить взаимодействие операторов с системой в реальном времени.

## 3.2 Съёмка

### 3.2.1 Съёмка в режиме “прямого эфира”

Работа в этом режиме осуществляется в режиме реального времени и потому требует тщательной подготовки всех используемых материалов, сценария и действий операторов и актёров. Для обеспечения надёжности необходимо стремиться максимально использовать средства автоматизации сценария и по возможности упрощать интерфейс операторов реального времени. В интерактивном режиме оператор использует сконфигурированный заранее интерфейс управления виртуальной студией, представляющий собой набор кнопочных панелей, вызывающих исполнение различных управляющих команд или действий *Action*'ов в трёхмерной сцене. Исполнение *Action*'ов в виртуальной студии может также происходить посредством нажатия *Hotkey* клавиш или через GPI-порты (управляющие сигналы, поступающие через *COM*- или *USB*- порты) с внешних управляющих устройств, например, микшерских пультов. При этом производство типовой продукции, например, ежедневного прогноза погоды, не будет требовать от операторов эфира каких-либо глубоких знаний по пользованию системой. Достаточно кратко описать, какое действие в сцене выполняет та или иная кнопка созданного интерфейса.

### 3.2.2 Съёмка в режиме записи

Этот режим позволяет осуществлять итеративную съёмку для выбора лучших дублей и достижения лучших результатов. Съёмка может вестись короткими фрагментами, что облегчает работу со сценарием и оставляет место для импровизационного творчества.

## 4 Компоненты системы

### 4.1 Базовая конфигурация

Базовый комплект системы представляет собой специально подобранный и сконфигурированный компьютер класса IBM PC с установленными:

- модулями аудио и видео ввода-вывода с временной коррекцией и кеингом;
- графическим 3D-акселератором;
- специальным программным обеспечением.

В базовой конфигурации «Фокус» представляет собой один компьютер PC (системный блок) с установленными дополнительными модулями. Базовая конфигурация ориентирована на работу с сигналами S-Video (три входа) и/или Composite (до шести входов), при этом обеспечивается два независимых канала видеоввода с любых источников видеосигналов. Видеоизображения с подключенных видеоисточников, прошедшие временную коррекцию и кеинг, можно переключать в «Фокусе» в реальном времени. В трёхмерной сцене может использоваться только одна видео текстура (из двух подключенных) с внешнего входного канала или несколько её копий. Поддерживается воспроизведение видеофайлов в качестве дополнительной видео текстуры при условии соответствующей оптимизации сцены по производительности. Конфигурация включает звуковую задержку и не синхронизируемый видеовыход S-Video. Предусмотрена возможность подключения внешних устройств интерактивного управления по локальной сети, от джойстиков, GPI-портов.

### 4.2 Опциональные расширения

Набор опциональных расширений включает:

- дополнительные входные каналы различных форматов (S-Video, YUV, SDI, HD SDI, до восьми входных видеосигналов);
- пассивная коммутационная панель;
- активная коммутационная панель
- 3D-манипуляторы;
- устройство для передачи сигналов по GPI;
- средства интеграции с видео сервером и титровой станцией *Форвард ТА /Форвард ТТ*.

На Рис. 2 и Рис. 3 представлены схемы типичных конфигураций системы «Фокус».

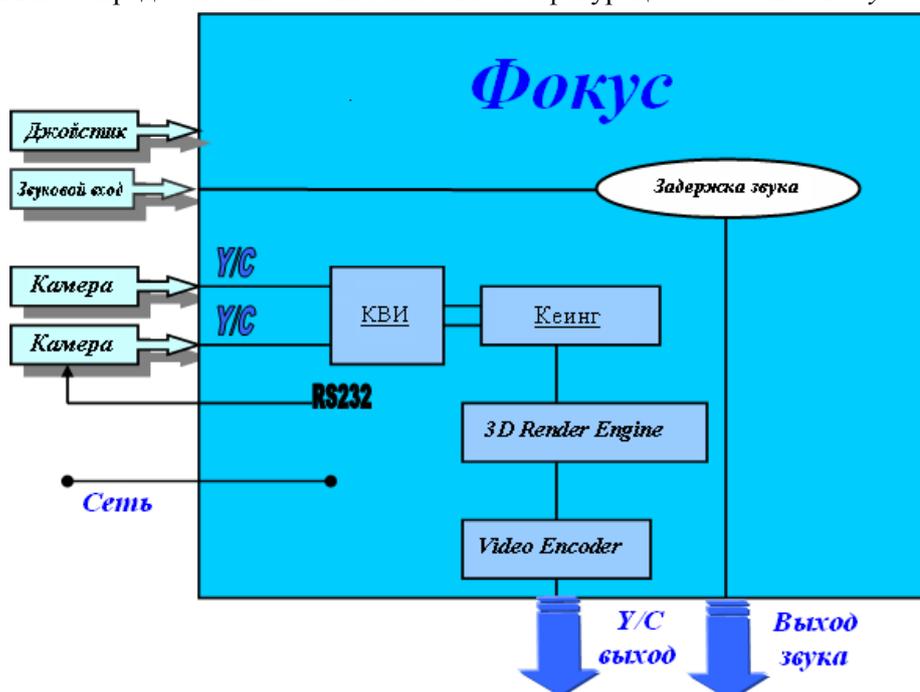


Рис. 2. Базовая конфигурация.

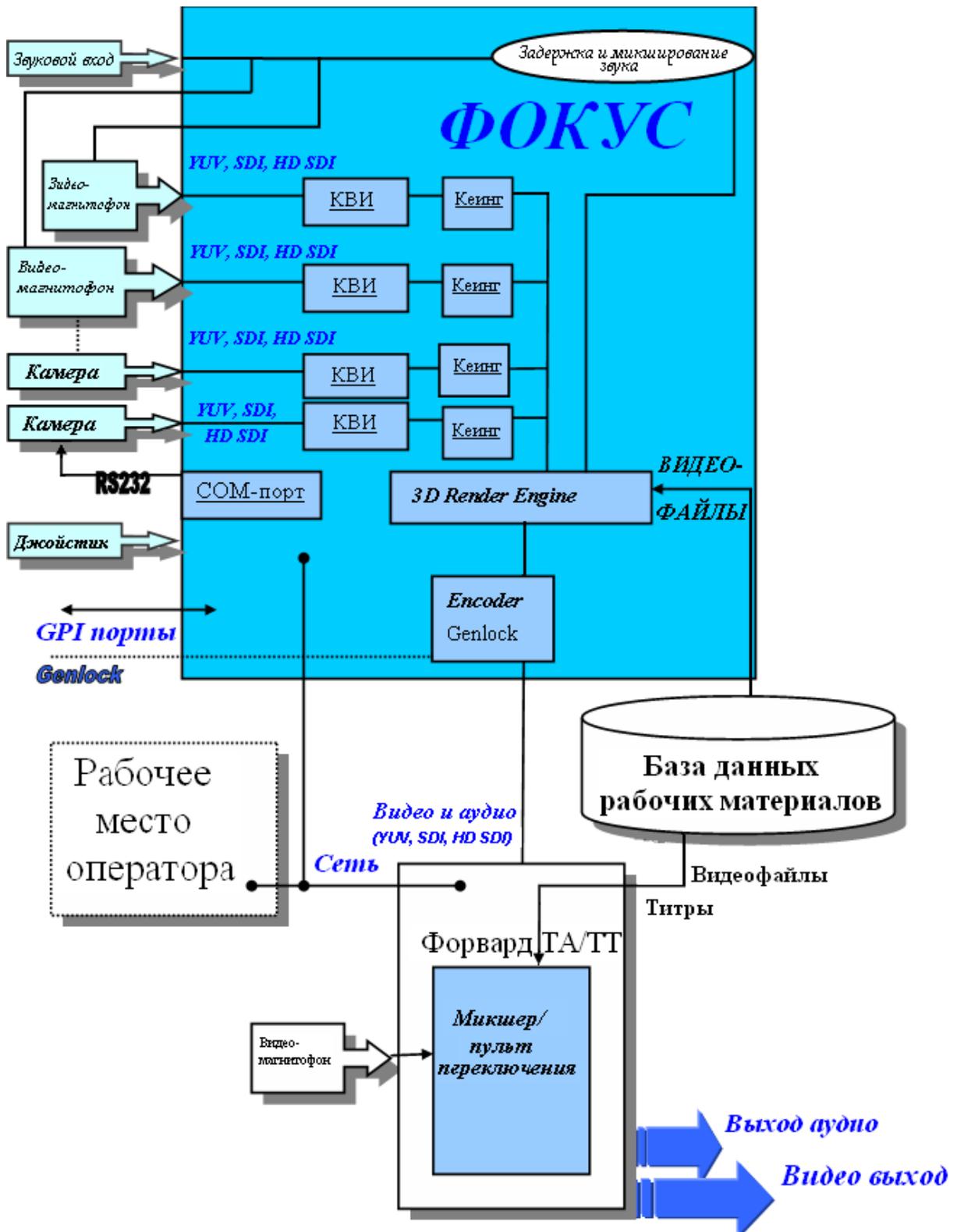


Рис. 3. Расширенная конфигурация.

---

## 5 Идеология пользовательского интерфейса

Основным инструментом для управления виртуальными декорациями (трёхмерной сценой) и камерами является программа *HotActions*, являющаяся основным пользовательским приложением студии "Фокус".

*HotActions* используется в двух основных режимах:

1. **Edit Mode** – режим редактирования – создание интерфейса управления сценой.
2. **LiveAction Mode** – режим «живого эфира» (съёмка, демонстрация).

Предполагается, что в первом режиме работают преимущественно дизайнеры и режиссёры, разрабатывающие виртуальную обстановку, анимацию, сценарий и т.п., а во втором, соответственно, технические операторы управления сценой.

### 5.1 Создание интерфейса управления декорациями (*Edit Mode*)

В этом режиме в *HotActions* создают и конфигурируют интерфейс управления виртуальной сценой, которым впоследствии предстоит пользоваться оператору в процессе съёмки (в режиме **LiveAction Mode**). Выполняются все подготовительные к эфиру работы. Следующие пункты описывают процесс создания интерфейса.

#### 5.1.1 Создание *Action*'ов (программирование поведения сцены)

**Action** – это некое логически замкнутое действие, представляющее собой одну или несколько объединённых команд, результатом выполнения которых является оперативная модификация виртуальной сцены. Эти команды описываются на специальном языке описания сценариев (скрипте).

В частности, к *Action*'ам относятся:

- переключение виртуальных камер внутри сцены (изменение их параметров);
- запуск/остановка анимации различных объектов сцены;
- оперативная загрузка как отдельных текстур и шрифтов, так и целых сцен;
- проигрывание/остановка звука;
- изменение каких-либо свойств элементов сцены (например, видимости объектов, их масштаба, положения, цвета и т.п.).

Некоторые *Action*'ы могут вызывать последовательно (или одновременно) другие, то есть представлять собой **сценарные последовательности**.

Особо важным типом *Action*'ов являются **инициализирующие (*Init-Action*)** – *Action*'ы, автоматически исполняемые при переходе в режим **Live Mode**. Они создаются для приведения трёхмерной сцены в некоторое начальное (базовое) состояние, загрузки и инициализации требуемых в процессе эфирной работы компонентов.

Как правило, созданием *Action*'ов занимается дизайнер/аниматор сцены, поскольку он лучше других знаком с её структурой, и/или режиссёр программы.

Последовательность команд *Action*'ов сохраняется на диске в виде документов типа **Actions Library** (файлы с расширением **\*.acl**) – библиотеки *Action*'ов.

#### 5.1.2 Конфигурирование контроллеров

В приложении *HotActions* поддерживается работа с неограниченным количеством одновременно подключенных контроллеров, в частности, джойстиков или 3D-манипуляторов. Каждый них можно сконфигурировать для выполнения тех или иных действий (например, исполнять *Action*'ы по нажатию/отжатию кнопок, вращать/перемещать различные объекты сцены в соответствии с положением рукоятки и т.п.). Как правило, информация о конфигурации контроллеров запоминается в тексте инициализирующих *Action*'ов (см. выше).

#### 5.1.3 Создание и конфигурирование *Hotset*'ов

Поскольку каждый *Action* представляет собой какое-либо исполняемое действие (или последовательность действий), каждому такому действию можно назначить определённую

---

кнопку, по нажатию которой оно и будет выполняться. Панель, состоящая из таких функциональных кнопок, называется **Hotbar**. Из различных эргономических соображений подбираются изображения и названия на кнопках, а также форма и название панели (**Hotbar**'а). При желании каждой кнопке можно сопоставить **Hotkey** клавишу на клавиатуре.

**Hotbar**'ы размещаются в рабочей области окна специального документа – **Hotset**'а. В этом документе **Hotset**'е (файлы с расширением \*.hot) запоминается информация о конфигурации **Hotbar**'ов. При загрузке любого **Hotset**'а программа автоматически подгружает необходимые библиотеки **Action**'ов, которые выполняются при нажатии кнопок.

**Hotset** является независимым от конкретного содержания того или иного **Action**'а, поскольку содержит только ссылку на него. Таким образом, составлять **Hotset** может и непосредственно оператор управления декорациями, руководствуясь соображениями удобства его работы в эфире.

#### 5.1.4 Объединение в проект

Необходимые для эфира файлы виртуальных сцен, созданные библиотеки и **Hotset**'ы для удобства загрузки можно объединить в единый проект.

В документе проекта (\*.vsp) запоминаются ссылки на используемые файлы, состояние документов (открыт/закрыт/спрятан), расположение окон открытых документов и **Hotbar**'ов относительно основного окна приложения.

### 5.2 Режим управления в прямом эфире (*LiveAction Mode*)

В режиме **Live Mode** собственно и производится непосредственная интерактивная работа с трёхмерной сценой – эфир (съёмка, демонстрация).

Основным пользователем этого режима работы является оператор виртуальной сцены. Нажимая на кнопки **Hotbar**'а или используя **Hotkey** клавиши, оператор запускает те или иные **Action**'ы – таким образом, происходит интерактивная модификация трёхмерных декораций. Одновременно управление объектами сцены может осуществляться от различных контроллеров: джойстиков, мыши и других устройств ввода.

При переходе в этот режим приложение **HotActions** меняет свой вид на «ничего-лишнего-кроме-кнопок». Это помогает оператору сосредоточиться на своей работе.

Запускать **Action**'ы на выполнение можно и с другого компьютера, соединённого по сети. Таким образом, в особо сложных или ответственных случаях операторов управления сценой может быть несколько.

---

## 6 Техническая спецификация виртуальной студии (с опциями)

### Входные форматы видеоданных

PAL: 720x576, 25 к/сек, 4:2:2 или 4:2:2:4.

NTSC: 720x480, 29,97 к/сек, 4:2:2 или 4:2:2:4.

HDTV: 1280x720p, 50/59.94 к/сек; 1920x1080i, 25/29.97 к/сек.

### Выходные форматы видеоданных

PAL: 720x576, 25 к/сек, 4:2:2 или 4:2:2:4.

NTSC: 720x480, 29,97 к/сек, 4:2:2 или 4:2:2:4.

HDTV: 1280x720p, 50/59.94 к/сек; 1920x1080i, 25/29.97 к/сек.

### Внутренняя обработка видеоданных

YUV 4:2:2 или YUV $\alpha$  4:2:2:4, 8-бит на компоненту.

### Видеовходы

До 12 Композитных (RCA) (1.0Vp-p, 75 Ohm).

До 6 S-Video (4-pin mini-DIN or BNC) (Y:1.0 Vp-p, 75 Ohm; C: 0.286 or 0.3 Vp-p at burst level, 75 Ohm).

До 3-х компонентных YUV (BNC) (Y:1.0 Vp-p, 75 Ohm; U/V: 0.7 Vp-p, 75 Ohm)

или RGB (BNC) (R/G/B:1.0 Vp-p, 75 Ohm).

До 4-х SDI (BNC) (SMPTE 259M – 270Mbps).

До 4-х HD SDI (BNC) (SMPTE – 292M).

### Видеовыходы

Композитный (RCA) (1.0Vp-p, 75 Ohm).

S-Video (4-pin mini-DIN or BNC) (Y:1.0 Vp-p, 75 Ohm; C: 0.286 or 0.3 Vp-p at burst level, 75 Ohm).

Компонентный YUV (BNC) (Y:1.0 Vp-p, 75 Ohm; U/V: 0.7 Vp-p, 75 Ohm)

или RGB (BNC) (R/G/B:1.0 Vp-p, 75 Ohm).

SDI (BNC) (SMPTE 259M – 270Mbps).

HD SDI (BNC) (SMPTE – 292M).

### Аудио

6 входных моно каналов (3 стерео канала) 16 бит, до 48 кГц.

6 выходных моно каналов (3 стерео канала) 16 бит, до 48 кГц.

Конфигурируемая задержка звука для каждого входного канала.

Микширование каждого входного канала в каждый выходной канал с произвольной громкостью.

Синхронизация звука к текущему видеосигналу.

Балансные XLR разъемы (опционально).

### Коррекция временных искажений

От 2 до 8 каналов КВИ.

### Кейинг

Оригинальный табличный с цветокоррекцией и клиппированием.

### Трёхмерная графика

Реальное время при приблизительно 500 000 видимых полигонов в кадре.

---

### **Задержка видеообработки**

Фиксированная, от 3 до 5 кадров в зависимости от режима работы.

### **Синхронизация**

Оptionальный модуль синхронизации Генлок.

---

## **7 Замечания по текущей реализации**

Сложность используемых в системе 3D-сцен ограничена в основном производительностью используемой аппаратно-программной платформы (основанные на операционной системе Windows), которая непрерывно развивается. Производитель оставляет за собой право изменения внутренней конфигурации системы в любое время и предлагает бесплатные и платные обновления всем пользователям системы. Самостоятельная модификация крайне не рекомендуется и может привести к снятию с гарантийного и технического обслуживания.