

УДК 004.9

DOI: 10.46548/21vek-2021-1055-0013

ВЫБОР СРЕДСТВ ВИДЕОМЭППИНГА ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

© 2021

Косников Юрий Николаевич, доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Информационно-вычислительные системы»,
Ашкирина Оксана Олеговна, магистрант кафедры «Информационно-вычислительные системы»

Пензенский государственный университет

(440027, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40, e-mail kosnikov@gmail.com)

Аннотация. Одним из эффективных средств представления разнородной информации группе людей является видеомэппинг. Это технология проецирования изображений на физический объект окружающей среды – плоскость или более сложную поверхность – с учётом его геометрии и местоположения в пространстве. Мэппинг-презентации весьма разнообразны по виду и сложности. Основными средствами для их изготовления являются компьютеры, компьютерные проекторы, программное обеспечение для создания объектов мэппинга и программы для построения мэппинг-презентаций. Парк указанных средств весьма широк. В статье показаны основные типы изображений, характерных для информационных материалов: статический монохромный текст, статическая монохромная графика, статическая 2D инфографика, динамическая 2D инфографика, изображения динамических 3D объектов, реалистичные изображения динамических 3D объектов. Предлагается осуществлять выбор средств видеомэппинга на основе учета функционала, требуемого для построения мэппинг-презентации, особенностей формируемых изображений, эргономических требований к яркости и площади изображений, стоимости проекта. Даются рекомендации по выбору средств создания видеомэппинга по принципу оптимизации соотношения цена/функционал презентации.

Ключевые слова: видеомэппинг, разновидности изображений, компьютерный проектор, компьютер, программное обеспечение, стоимость, методика выбора.

CHOOSING VIDEO MAPPING TOOLS FOR INFORMATION MATERIALS VISUALIZATION

© 2021

Kosnikov Yuri Nikolaevich, doctor of Technical Sciences, professor,
professor of the Department "Information and Computing Systems",
Ashkirina Oksana Olegovna, master's student

Penza State University

(440027, Russia, Penza, Krasnaya Street, 40, e-mail kosnikov@gmail.com)

Abstract. One of the most effective means of heterogeneous information presenting a group of people is video mapping. This is a technology for projecting images onto a physical object of the environment – a plane or a more complex surface-taking into account its geometry and location in space. Mapping presentations are very diverse in type and complexity. The main means for their production are computers, computer projectors, software for creating mapping objects and programs for building mapping presentations. The park of these means is very wide. The article shows the main types of images characteristic of information materials: static monochrome text, static monochrome graphics, static 2D infographics, dynamic 2D infographics, images of dynamic 3D objects, realistic images of dynamic 3D objects. It is proposed to select video mapping tools based on the functionality required for building a mapping presentation, the features of the generated images, ergonomic requirements for the brightness and area of images, and the cost of the project. Recommendations are given on the choice of means for creating video mapping based on the optimizing principle of the price/functionality ratio of the presentation.

Keywords: video mapping, images types, computer projector, computer, software, cost, selection method.

Введение. Во многих случаях возникает необходимость представления визуальной информации большой группе людей. Массовое информирование, защита проектов, обсуждение результатов деятельности, конференции, реклама – вот неполный перечень мероприятий, для которых актуальна эта задача. Задача решается двумя способами: представление изображений на экранах большого числа устройств (мониторов) индивидуального пользования и применение устройств коллективного (группового) пользования. Там, где не требуется большой размер изображения, вполне можно обойтись обычными мониторами, на экранах которых успешно формируются и текстовые,

и графические, и статические, и динамические, и реалистичные, и стилизованные, и любые другие изображения. Однако можно назвать целый ряд ситуаций, в которых необходимо представлять данные в виде изображений большого формата.

Большой размер изображений позволяет:

- показать разборчиво (с высокой детальностью) в виде одной картины изображение, которое на экране монитора выглядит неразборчиво, например, карту России с символами и текстом на площадях регионов;
- организовать обсуждение тематики изображения группой людей, свободно перемещающихся вблизи информационного поля, то есть без привязки к фикси-

рованному рабочему месту;

– получить представление о виде и функционировании объекта (например, новой модели одежды или автомобиля) в натуральную величину;

– представить для восприятия многим людям в точности одинаковое изображение, вид, формат, палитра которого не определяются мониторами на рабочих местах. Это особенно важно при показе изделий художественных промыслов, произведений искусства, дизайнерских решений.

Уже давно для подобных целей применяют плакаты и компьютерные презентации, однако изобразительные возможности этих средств ограничены. Зрители лучше усваивают материал, если он представлен в виде динамичных, интерактивных, трехмерных сцен. Создать изображения таких сцен большого формата, сопроводить их звуковым рядом и при этом выполнить требования стандартов по эргономике способен видеомэппинг.

Цель работы. Видеомэппинг — это современная технология визуализации данных, представляющая собой проецирование изображений на физический объект окружающей среды – плоскость или более сложную поверхность – с учетом его геометрии и местоположения в пространстве. Изображения проецируются на фасад здания, стену комнаты, капот автомобиля, лицо человека. Изображение хранится на компьютере или генерируется им и проецируется на физический носитель с помощью проектора (одного или нескольких) и специального программного обеспечения [1 - 4]. Сам термин «видеомэппинг» произошел от слияния двух английских слов: «*video*» — видео и «*mapping*» — отображение, проецирование. Видеомэппинг широко применяется в современном аудиовизуальном искусстве, но этим область его применения не ограничивается. Возможность его применения в отображении информационных материалов, в инфобизнесе очевидна [5], однако рабочие рекоменда-

ции по выбору средств видеомэппинга применительно к различным разновидностям сцен не систематизированы. С одной стороны, информационные материалы весьма разнообразны. Это отчеты, иллюстрации, макеты, изделия, патенты, статические и динамические компьютерные модели (2d и 3d), видеопрезентации и пр. С другой стороны, весьма разнообразны и средства видеомэппинга. При выборе технических и программных средств по принципу лучших значений всех характеристик проект может получиться необоснованно затратным. При выборе средств по принципу экономии ресурсов может пострадать функционал проекта. Информация по выбору программно-технических средств видеомэппинга фрагментарна, содержится, в основном, на интернет-сайтах в виде открытой или завуалированной рекламы. Например, типичными публикациями являются [6, 7], которые не дают последовательного представления о выборе программ и техники для видеомэппинга. Возникает вопрос: как выбрать эти средства для представления конкретных продуктов инфобизнеса по принципу оптимума?

В статье предпринимаются шаги по созданию и упорядочению рекомендаций для ответа на этот вопрос.

Материалы и результаты исследования. Выбор средств видеомэппинга определяется требованиями к внешнему виду и содержанию отображаемых сцен, а также требованиями эргономики и допустимой стоимостью проекта. От внешнего вида и содержания сцен зависит выбор функциональных возможностей программного обеспечения видеомэппинга и производительности его технических средств. Эргономические требования определяют выбор силы светового потока и разрешающую способность проектора. В таблице 1 приведены разновидности изображений, представляемых наблюдателю при отображении различных информационных материалов, и функциональные возможности изображений.

Таблица 1 – Разновидности изображений видеомэппинга и требования к изображениям

Разновидности изображений	Назначение, область применения	Возможности
Статический монохромный текст	Текстовое описание информационных объектов. Отображение формул и таблиц. Документация научно-технического, экономического, социального и гуманитарного профиля	Алфавитно-цифровое изображение среднего разрешения, черно-белое или в палитре серого
Статическая монохромная графика (схемы, чертежи, рисунки)	Иллюстративное представление информационных объектов в соответствии с требованиями стандартов. Документация научно-технического, экономического, социального профиля	Графическое изображение высокого разрешения, черно-белое или в палитре серого
Статическая 2D инфографика	Информирование и привлечение внимания потенциальных потребителей информации. Документация экономического и социального профиля, реклама, продукты СМИ	Комбинация текста и графики. Большое количество цветов, высокое разрешение
Динамическая 2D инфографика	Визуализация подвижных объектов, например, представление движущихся объектов на карте в сочетании с текстом. Динамическая реклама. Компьютерные презентации.	Комбинация текста и графики. Большое количество цветов, высокое разрешение. Динамика отдельных частей изображения на плоскости поля вывода в реальном времени
Изображение динамических 3D объектов	Отображение результатов моделирования информационных объектов в трех измерениях, показ зрительного объема объектов, а также их перемещений в пространстве. Визуализация промышленных, транспортных, архитектурных, художественных и иных объектов	Широкая цветовая палитра, наличие теней и текстур. Динамика отдельных частей изображения в пространстве с отображением на плоскости поля вывода. Внешний вид объектов может быть стилизованным
Реалистичное изображение динамических 3D объектов	Отображение результатов моделирования информационных объектов в трех измерениях, показ зрительного объема объектов, а также их перемещений в пространстве. Реалистичная визуализация поведения и внешнего вида компьютерных моделей информационных объектов любой предметной области.	Геометрические преобразования в пространстве, пересчет теней и текстур в режиме реального времени. Широкая цветовая палитра, повышение реалистичности отображения за счет спецэффектов

Формирование изображений на экранах коллективного пользования имеет особенности: получение информации осуществляется одновременно большим числом людей, расстояние наблюдения может быть значительным, значение внешней освещенности может достигать 10^4 лк, что снижает яркостный контраст изображения. В связи с этим параметры компьютерного проектора для видеомэппинга необходимо выбирать с учетом эргономических требований [8]. Отправной точкой выбора является обеспечение эргономически обоснованной яркости изображения на заданной площади проекции. Изображения, формируемые средствами видеомэппинга, должны восприниматься наблюдателем с расстояния от нескольких метров до сотен метров. Яркость изображений должна составлять не менее 3000 кд/м^2 . Парк технических средств в настоящее время включает проекторы широкого диапазона яркостей. Мощные проекторы обеспечивают световой поток до 20-30 тысяч люмен, что позволяет получить требуемую яркость изображения на реальных площадях объектов, вплоть до зданий. В помещениях объекты имеют меньший размер и не требуют проекторов с большим световым потоком. Например, для создания изображения на одной стене площадью 10-15 кв.м. достаточен проектор мощностью в 3500-4000 люмен. Если требуется осветить несколько поверхностей или поверхность имеет большую протяженность, нужно использовать несколько проекторов, синхронно работающих под управлением единого программного обеспечения. Для выбора проектора можно использовать соотношение между яркостью изображения L и величиной светового потока Φ :

$$L = \frac{\Phi}{\sigma \cdot \cos \varphi \cdot \Omega}, \text{ кд/кв.м,}$$

где: σ – площадь изображения, кв.м;

Ω – телесный угол изображения, ср;

φ – угол между перпендикуляром к изображению и лучом зрения, направленного в центр изображения, град.

Значение светового потока Φ является паспортной характеристикой проектора, площадь проекции также находится из паспортных данных: принимается равной площади экрана, а угол φ определяется расположением наблюдателей относительно изображения. Величина телесного угла Ω вычисляется по формуле [9]

$$\Omega = 4 \arctg \frac{ab}{2d\sqrt{4d^2 + a^2 + b^2}},$$

где a и b – величины сторон изображения (экрана);

d – расстояние от проектора до изображения.

Разрешение проектора следует увеличивать по мере опускания вниз по таблице 1.

Что касается выбора компьютера, то он сильно зависит от сложности сцены и требований к ее реалистичности. В простых проектах возможно производить все манипуляции с использованием обычного персонального компьютера или даже ноутбука. Для реализации сложных проектов применяются мощные стационарные компьютеры с возможностью парал-

лельного вывода информации на несколько проекторов или высокопроизводительные видеосерверы [10].

Программное обеспечение видеомэппинга состоит из трех основных частей. Первую образуют средства создания изображений: текста, рисунков, видеопоследовательностей и моделей. Это текстовые процессоры, графические редакторы, видеоредакторы, 3d моделиеры. Вторая часть – это среды программирования графики и графические библиотеки, третью часть образуют программы для создания собственно продуктов видеомэппинга. Это либо программы для видеомонтажа, либо специализированные программы. Для удешевления проектов имеет смысл выбирать свободно распространяемое программное обеспечение. Двухмерные изображения формируются средствами редакторов: векторных – *LibreOffice Draw*, *Gravit Designer*, *YouiDraw*, *Incscape*, растровых – *GIMP*, *Krita*, *Pixlr E*, *Paint.NET*, *PhotoScape* и других [11, 12]. Слайд-шоу, видеоролики из фотографий, поддержка съемки видеокамерой и подобные операции выполняются видеоредакторами. Они позволяют компоновать в видеоролики фотографии, добавлять анимацию, обрабатывать изображения с помощью фильтров, объединять и разделять видеоролики, добавлять звуковую дорожку и еще целый ряд функций. Существуют свободно распространяемые видеоредакторы, например, *Avidemux*, *GoPro «QUIK Desktop»*, *Lightworks*. Особо следует отметить программу *DaVinci Resolve*, которая, по сути, имеет в единой программной среде полноценные возможности видеомонтажа и цветокоррекции, наложения визуальных эффектов, создания графики и постобработки звука [13, 14].

Для создания 3d моделей рационально использовать в более простых случаях моделиеры *SketchUp*, *Wings 3D*, *Sculptris*, *Autodesk 123D*, в более сложных – *Blender*, *K-3D*, *Art of Illusion*, *OpenSCAD* и другие [15]. Наиболее популярными свободно распространяемыми графическими библиотеками являются *DirectX*, *OpenGL*, *Vulkan*. Их функциональные возможности во многом схожи. Это создание геометрических форм различной мерности, выполнение геометрических преобразований в пространстве, закраска объектов, наложение текстур, моделирование освещенности [16].

Спектр программ для создания продуктов видеомэппинга также довольно широк. Почти все программы являются платными, но многие из них имеют бесплатную демоверсию. Наиболее популярными являются программы, работающие как под *Windows*, так и под *Mac OS X (macOS)*: *Madmapper*, *Isadora (Troikatronix)*, *Resolume Avenue*, *HeavyM* [17-19]. Из бесплатных продуктов можно назвать *VPT (VideoProjectionTool)* и *Visution Mapio* (есть бесплатная версия). Программы имеют примерно одинаковый функционал: наличие видеовхода, многоканальность, видеоэффекты, предварительный просмотр, виджеинг (применение нескольких средств отображения – графики, видео, спецэффектов, временных трансформаций – в реальном времени), синхронизация

мультипроекции, синхронизация звуковой дорожки с визуальными проекциями, интеграция с 3d движком и т.д. Средняя стоимость программ для видеомэппинга – от 300 до 800 долларов. Более дорогие программы имеют дополнительные возможности: большее количество слоев или фильтров, улучшение работы в реальном времени, большие возможности по работе с 3d объектами и другие. Есть и другой вариант: использовать программы для редактирования видео, например, *Adobe Premiere Pro*, *Adobe After Effects* [20].

Весьма существенным аспектом проектов видеомэппинга является их стоимость. С этой точки зрения существует два принципиальных подхода к выполнению проектов. Первый заключается в заказе проекта в специализированной организации и аренде технических средств на время шоу. Такой подход снимает саму задачу выбора средств видеомэппинга, так как такой выбор становится делом исполнителя. Оценить затраты на одну минуту мэппинг-шоу в этом

случае весьма затруднительно, так как различные организации выдвигают различные финансовые требования. Стоимость минуты шоу среднего уровня может составить и 1500, и 3000 евро. Вопрос о стоимости проекта в этом случае решается в ходе переговоров [21]. Второй подход заключается в самостоятельной разработке мэппинг-шоу. В этом случае необходимо приобретать все компоненты проекта и затратить время и средства на обучение персонала проектировщиков. Если при изготовлении проекта видеомэппинга для создания графики использовать свободно распространяемое программное обеспечение, то стоимость проекта (без учета заработной платы разработчиков), в основном, будет определяться стоимостью технических средств и программ изготовления продукта видеомэппинга.

Варианты характеристик проекта, включающего изображения из таблицы 1, для этого случая показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Варианты характеристик программных и технических средств видеомэппинга

Технические средства	Программы	Примерная стоимость
Статический монохромный текст, статическая монохромная графика		
Проектор: разрешение SXGA или SXGA+, световой поток 3 – 5 тыс. люмен. Компьютер: ПК или ноутбук средней мощности (частота от 1,4 ГГц, видеокарта с памятью 1–2 Гб)	Для создания изображений – практически любой текстовый процессор (например, OpenOffice Writer), практически любой графический редактор (Inkscape, GIMP). Для видеомэппинга – любая программа, например, Madmapper.	Технические средства – от 60 т.р. Madmapper – около 300 долларов
Статическая 2D инфографика		
Проектор: разрешение SXGA+, UXGA, Full HD, световой поток – 5 – 20 тыс. люмен. Компьютер: ПК или ноутбук среднего класса (частота от 2.5 ГГц, видеокарта с памятью от 2 Гб)	Для создания изображений – ПО Canva, GIMP, Piktochart (базовый модуль). Для видеомэппинга – ПО Madmapper, Isadora, Resolume Avenue	Технические средства – от 100 т.р. Madmapper – около 300 долларов, Isadora – от 800 долларов, Resolume Avenue – от 1000 долларов
Динамическая 2D инфографика		
Проектор: разрешение SXGA+, UXGA, Full HD, световой поток – 5 – 20 тыс. люмен. Компьютер: мощный ПК (частота от 4 ГГц, видеокарта с памятью от 8 Гб)	Для создания изображений – ПО Canva, GIMP, Creately, Piktochart Программирование динамики: язык C++, C#, библиотеки DirectX, OpenGL, Vulkan. Для видеомэппинга – ПО Madmapper, TouchDesigner, Resolume Avenue	Технические средства – от 180 т.р. Madmapper – около 300 долларов, TouchDesigner – от 600 долларов, Resolume Avenue – от 1000 долларов
Изображение динамических 3D объектов		
Проектор: разрешение UXGA, Full HD, световой поток – 5 – 30 тыс. люмен. Компьютер: мощный ПК (частота от 4 ГГц, видеокарта с памятью от 8 Гб)	Для создания изображений – ПО SketchUp, Autodesk 123D, Cinema 4D (Lite). Программирование динамики: язык C++, C#, библиотеки DirectX, OpenGL, Vulkan. Для видеомэппинга – ПО Isadora (Troikatronix), TouchDesigner, Resolume Avenue	Технические средства – от 180 т.р. Isadora (Troikatronix) – от 800 долларов, TouchDesigner – от 600 долларов, Resolume Avenue – от 1000 долларов
Реалистичное изображение динамических 3D объектов		
Проектор: разрешение Full HD, WUXGA, световой поток – 5 – 30 тыс. люмен. Компьютер: мощный ПК (частота от 4 ГГц, видеокарта с памятью от 8 Гб)	Для создания изображений – ПО Cinema 4D, Blender. Программирование динамики: язык C++, C#, библиотеки DirectX, OpenGL, Vulkan. Для видеомэппинга – ПО Isadora (Troikatronix), TouchDesigner, Resolume Avenue	Технические средства – от 200 т.р. Isadora (Troikatronix) – от 800 долларов, TouchDesigner – от 600 долларов, Resolume Avenue – от 1000 долларов

Заключение. Основываясь на данных таблицы 2, можно провести первичную оценку будущего проекта видеомэппинга с программно-технической и экономической точек зрения. Предлагается следующая простая методика выбора средств видеомэппинга для отображения информационных материалов:

1) Анализ информационной нагрузки проекта и разработка функционала сцены;

2) Выявление компонентов сцены, указанных в таблице 1, и «привязка» их к функциональным элемен-

там сцены;

3) Выбор свободно распространяемых средств изготовления графики (моделей, изображений, библиотек) для создания компонентов сцены. Если такие средства найдены, – переход к следующему пункту, в противном случае – анализ коммерческих продуктов и выбор средств из этого спектра;

4) Определение характеристик качества и эргономичности изображений – цветовой палитры, яркости, контраста, места и расстояния наблюдения, площади,

разрешения и т.д.;

5) Выявление компонента (изображения) сцены с наиболее высокими требованиями к визуальному представлению;

6) Определение варианта комплектации проекта, удовлетворяющего компоненту сцены с наиболее высокими требованиями, по таблице 2.

7) Оценка финансовых затрат на реализацию выбранного варианта. Если уровень затрат приемлем, - реализация проекта, в противном случае – возврат к п.4 и редактирование характеристик качества сцены. Другим решением является упрощение сцены, что заставит начать процесс выбора с пункта 1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Maniello, D. Improvements and Implementations of the Spatial Augmented Reality Applied on Scale Models of Cultural Goods for Visual and Communicative Purpose // 5th International Conference, AVR 2018, Otranto, Italy, June 24–27. – 2018. – Proceedings. – Part II. – pp. 303–319. Doi: 10.1007/978-3-319-95282-6-23.
2. Ефименко С.М., Лешевич В.В. К вопросу об особенностях применения технологии «видеомэппинг» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL <http://dgng.pstu.ru/conf2017/papers/71/>.
3. Грунчева Е.В. Эволюция экранного искусства: от немого кино к 3D-видеомэппингу // Вестник Челябинской государственной академии культуры и искусств. – 2016. – № 3 (47). – С.20 – 25.
4. Turning Ideas into spectacles. Transform any surface with video projection mapping // Сайт «MOTION MAPPING». – Режим доступа: URL <https://motionmapping.co.uk/>.
5. Ашкирина О.О., Косников Ю.Н. Инфобизнес как возможная область применения видеомэппинга // Вестник Пензенского государственного университета. – 2020. – №3(31). – С. 129-133.
6. Projection And Video Mapping Tools For Real Estate Businesses // Сайт «Video Mapping Guide». – Режим доступа: URL <https://thevideomappingguide.wordpress.com/>.
7. VJ Железо // Сайт «Виджеинг, видео инсталляции, видео маппинг». – Режим доступа: URL <http://www.malbred.com/materialy-sayta/zhelezo/all/>
8. ГОСТ Р 52870-2007 Средства отображения информации коллективного пользования. Требования к визуальному отображению информации и способы измерения - Группа Э65. – Введен 2009-01-01
9. Ribando J.M. Measuring Solid Angles Beyond Dimension Three // Discrete & Computational Geometry. – 2006. – Vol. 36(3). – pp 479 – 487.
10. Выбираем оборудование для 3D маппинга. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL <https://vk.com/@rec.llama-vybiraem-oborudovanie-dlya-3d-mappinga>
11. Владимиров И. 7 бесплатных векторных графических редакторов // Блог Geeker.ru. – Режим доступа: URL <https://geeker.ru/photo/vektornye-graficheskie-redaktory/>.
12. Галицкий М. 10 бесплатных графических редакторов - обзор лучших программ 2021 года. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL <https://free-photo-editors.ru/besplatnye-graficheskie-redaktory.php>.
13. Дмитриева О. Топ-18: лучшие бесплатные программы для создания видео // Сайт «CHIP». – Режим доступа: URL <https://ichip.ru/sovety/top-18-luchshie-besplatnye-programmy-dlya-sozdaniya-video-136804>.
14. Рыбина А. Лучшие программы для создания видео из фото с музыкой // Сайт компании AMS Software. – Режим доступа: URL <https://amssoft.ru/video/programma-dlya-sozdaniya-video-iz-foto.php>.
15. Сиддикви Д. 20 бесплатных программ для 3D-моделирования // Сайт «FREELANCE TODAY». – Режим доступа: URL <https://freelance.today/poleznoe/20-besplatnyh-programm-dlya-3d-modelirovaniya.html>.
16. DirectX vs OpenGL vs Vulkan API | Explained (2021) // Сайт «GROWTECHY». – Режим доступа: URL <https://growtechy.com/directx-vs-opengl-vulkan-api-which-is-better-overall/>

Статья поступила в редакцию 15.08.2021

Статья принята к публикации 15.09.2021