

**ЦИФРОВАЯ РЕСТАВРАЦИОННАЯ КОПИЯ АФРАСИАБСКОЙ ДВОРЦОВОЙ
ФРЕСКИ: ПРОЕКТ ФОНДА ИСТОРИИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ В 2013-2015 гг.**

**THE DIGITAL RESTORATION COPY OF THE AFRASIAB PALATIAL MURAL:
THE NORTHEAST ASIAN HISTORY FOUNDATION PROJECT 2013-2015**

© 2018 Кван Еуи Ко
Корея

© 2018 Kwang Eui Ko
Korea

Введение. Настенную живопись раскопали во время строительства дороги в 1965 г. на городище Афрасиаб в г. Самарканде, Узбекистан. На ней находится изображение следов истории и культуры цивилизации Согдианы, которая играла ключевую роль в развитии древнего Великого шелкового пути. Расположенная в помещении 1, разреза 23 на памятнике, она стала важной фиксацией политической ситуации в VII в. в Восточной Азии.

На четырех стенах комнаты размером в 11 м² живопись изображает царский парад Вархумана, послов из ряда стран, людей на охоте и в лодке, стреляющих из лука на берегу реки и разнообразие рыб. На момент обнаружения фресок верхняя часть стен, как и потолок, обрушились, и только нижняя часть стен сохранилась на высоте двух метров. Сейчас эта настенная живопись выставлена в музее Афрасиаба.

Настенная живопись сильно пострадала. Хотя копия была сделана до этого, она не содержит ни точных деталей, ни полной версии оригинала и, таким образом, не может адекватно передать масштабов оригинала. Так как окружающая среда вокруг оригинала менее чем оптимальна и попытки сохранения так же несовершенны, то возникает почти неизбежная угроза ухудшения состояния фресок, несмотря на все усилия правительства Узбекистан и международных организаций.

Корейский Фонд истории Северо-Восточной Азии посетил музей Афрасиаба во время экскурсии с целью изучения исторических остатков и в особенности аспектов, относящихся к участию Кореи в истории Великого шелкового пути. Посещения прошли в конце ноября и начале декабря 2012 г., когда Узбекистан запросил помощи в области консервации через посольства в других странах. Вследствие этого исследовательская ко-

Introduction. A mural was unearthed by chance during a road construction project in 1965 on the Afrasiab site in Samarkand, Uzbekistan, which depicts the culture and history of the civilization of Sogdiana, which played a crucial role in the development of the ancient Silk Road. Located in Room 1, Section 23 of the site, it is an important record of the political situation of the 7th century in East Asia.

On the four walls of the 11 m² room, the painting portrays the royal parade of Varkhuman; ambassadors from a number of countries; people hunting and boating, and engaged in archery on the bank of a river; and a variety of fish. At the time of the discovery of the mural, the upper parts of the walls as well as the ceiling had collapsed, and only the lowest part of the walls up to the height of roughly two meters survived. The painting is currently on display at the Afrasiab Museum.

The mural has been seriously damaged. Although a copy was previously produced, it neither includes precise details nor represents the whole of the original and thus fails to adequately convey the original's scope. Since the original's environment is less than optimal and efforts at maintenance are likewise imperfect, the continual deterioration of the painting is almost inevitable despite the efforts of the Uzbek government and relevant international organizations.

Korea's Northeast Asian History Foundation visited the Afrasiab Museum during a field trip in order to investigate the historic remains and in particular aspects which relate to the Korean historical involvement in the Silk Road. The trip occurred in late November and early December 2012, when Uzbekistan was requesting conservation assistance via its embassies in other countries. Therefore, the investigation team and the Uzbek government began to work on

манда и правительство Узбекистана начали работу над проектом консервации. Фонд решил принять активное участие, имея большой опыт в цифровой реставрации, начиная с проекта по фрескам Когюрё в Северной Корее в 2007 г.,¹ и еще потому, что корейцы очень заинтересовались персонажами в головных уборах с птичьими перьями, или Джову-Гуан, изображенными на фреске.

a conservation project. The Foundation decided to take an active part for it had gained experience in digital restoration since its 2007 project on Koguryo murals in North Korea,¹ and due to the Koreans' keen interest in the men with bird-feathered hats, or *Jowoo-Guan*, depicted in the painting.

Список проектов по цифровой реставрации фресок Фонда истории Северо-Восточной Азии

Год	Памятник	Проект
2007	Фрески могилы Деокхеун-ри	Копия 2D
2008	Гансеодаемё	2D реставрация
2009	Гансеодаемё	3D воспроизведение
2010	Фрески могилы Деокхеун-ри	2D пересмотр и 3D воспроизведение копии 2007 г.
2011	Анак, могила 3	2D реставрация и 3D воспроизведение
2012	Фрески могилы Сусан-ри	2D реставрация и 3D воспроизведение
2013-15	Дворцовые фрески Афрасиаба в Узбекистане	2D реставрация и 3D воспроизведение; точная репродукция частей западной стены, которая изображает людей с Джову-Гуан и её выставка в Центральноазиатском отделе Национального музея Кореи; выставка её 2D копии, создание и работа над помещением 3D видео и установка оборудования для сохранения фресок в музее Афрасиаба, Узбекистан

List of the Northeast Asian History Foundation's Mural Digital Restoration Projects

Year	Site	Project
2007	Deokheung-ri Tomb Mural	2D copy
2008	Gangseodaemyo	2D restoration
2009	Gangseodaemyo	3D rendering
2010	Deokheung-ri Tomb Mural	2D revision to, and 3D rendering of the 2007 copy
2011	Anak Tomb No. 3	2D restoration and 3D rendering
2012	Susan-ri Tomb Mural	2D restoration and 3D rendering
2013-15	Afrasiab Palatial Mural in Uzbekistan	2D copy and 3D rendering; replica reproduction of parts of the western wall that depicts the men with <i>Jowoo-Guan</i> and its exhibition in the Central Asia Section of the National Museum of Korea; exhibition of its 2D copy, establishment and operation of a 3D video room, and installation of equipment for the conservation of the mural at the Afrasiab Museum, Uzbekistan

В июле 2013 г. Хак-жун Ким, президент Фонда истории Северо-Восточной Азии, и Махмуд Бобоёров, генеральный директор Государственного музея истории культуры Узбекистана, подписали договор о создании совместного проекта по реставрации и консервации настенной живописи².

Проект 2013-15 гг. завершился значительными результатами, включая создание 2D цифровой копии всей фрески, создание и работу просмотровой комнаты, установку оборудования для консервации фресок в выставочном зале, создание реставрационной точной копии частей западной стены, изображающей посланников, а также людей, на чьих одеждах имеются согдийские письма, и выставку в Национальном музее Кореи.

Данная статья имеет целью познакомить читателя с привлеченными процессами и результатами, полученными от проекта по цифровой реставрации Афрасиабской дворцовой настенной живописи, и созданию соответствующего видео материалов.

Съемка с высоким разрешением. Первоначальной целью копирования исторической живописи является создание наиболее точной копии. Поэтому традиционно только высококвалифицированным художникам поручалось скопировать оригинальную живопись исторического значения. Так как в настоящее время вполне развилась цифровая технология и компьютерная графика, то сам процесс создания копий сделал гигантский шаг вперед и преодолел ограничения возможностей человеческого глаза и техники. При использовании этой технологии, копии продолжают стремительно приближаться к формам оригиналов. Также использовалась программа проверки цвета живописи.

Настенную живопись невозможно снять одним кадром из-за ее размеров - ширина 1.100 см и высота 250 см. Мы разбили каждую стену горизонтально на 8 и вертикально на 18 полос (тогда как восточная стена была разбита горизонтально на 16 полос из-за дверного проема), таким образом, мы получили 560 сегментов, каждый из которых составляет 61 см x 32 см, а стороны охватывают 30% соседствующего сегмента. Лазерный уклономер и телеметр использовались для обеспечения одина-

In July 2013, Hak-joon Kim, the President of the Northeast Asian History Foundation, and Boboyorov Mahmud, the General Director of the State Museum of Culture History of Uzbekistan signed an agreement on the establishment of a joint project for the restoration and conservation of the mural painting².

The 2013-15 project resulted in significant accomplishments, including the production of a 2D digital restoration copy of the entire mural; the production of a 3D digital video clip with subtitles in various languages, and the establishment and operation of a viewing room for screenings; the installation of equipment for the conservation of the mural in the exhibition room; the production of a restoration replica of parts of the western wall that depicts the envoys as well as other men on whose clothes Sogdian letters are engraved, and its exhibition at the National Museum of Korea.

This paper aims to introduce the processes engaged in and outcomes achieved by the project for the digital restoration of the Afrasiab palatial mural and the production of relevant video materials.

High-Definition Shooting. The primary goal of copying a historic painting is to produce the most accurate copy possible. Therefore, traditionally it was only highly trained painters who were commissioned to copy original paintings of historic significance. As digital technologies and computer graphic software have developed, however, the process of making copies has taken great strides forward, in doing so overcoming the limitations of human sight and technique. With this technology, copies continue to closely approximate the form of originals.

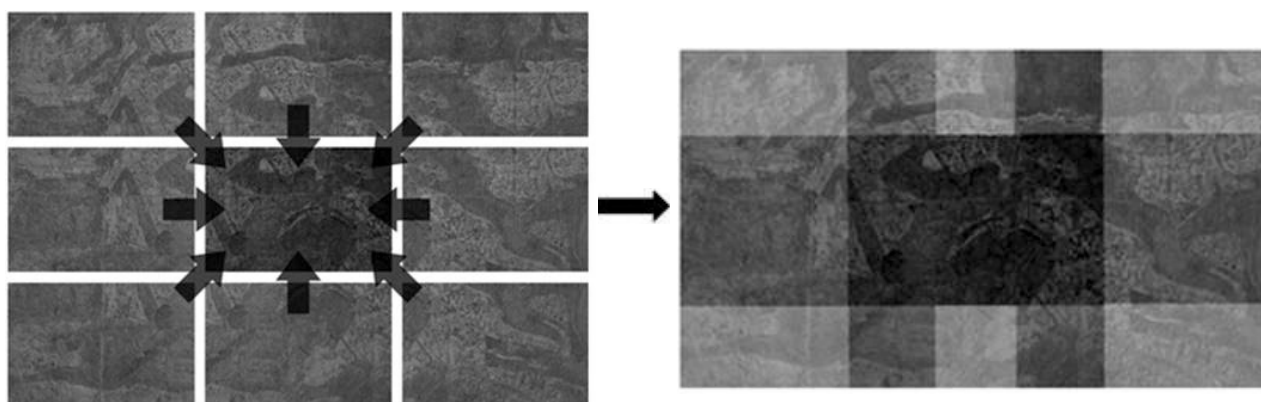
The shooting of the mural, which was the fundamental task in the production of a copy of the Afrasiab palatial mural, was conducted from 4 to 7 July, 2013. The team used a Canon EOS 5D MARK III camera body with a Canon 85mm lens, under two monotype 600-watt lights with umbrellas. Color Checker Passport was also used to accurately reproduce the colors of the painting.

The mural could not be captured in a single shot due to its size, with a width of 1,100 cm and a height of 250 cm. We thus split each wall horizontally into 8 bands and vertically into 18 bands (while the eastern wall was vertically split into 16 bands due to the door



Фотографирование росписи

Shooting the Mural



Соединение разделенных изображений росписи

Merging the Segmented Images of the Mural

ковой и последовательной вертикальной и горизонтальной сегментации, для минимизирования возможных искажений изображения.

В процессе съемок сегментов ключом к успеху стало соответствующее освещение. Было важно, чтобы условия освещения оставались одинаковыми для всех 550 кадров и чтобы трехмерность живописи отражалась в каждом из них. Итак, мы установили пару монотипных 600-ваттных ламп, смонтированных на держателе и расположенных по вертикальной линии только по сторонам фото-

it includes), thereby devising 560 segments, each of which measured 61cm x 32cm, and the sides of each of which had an overlap of 30% with neighboring segments. A laser inclinometer and a telemeter were used to ensure an equal and consistent vertical and horizontal segmentation, minimizing possible image distortions.

In shooting the segments, the key to success was adequate lighting. It was crucial that the lighting conditions remained identical for all 560 shots, and that the three-dimensionality of the painting be re-

графируемой стены. Чтобы убедиться в том, что каждая часть сегмента получает равное освещение, лампы ставились как можно дальше от живописи, и два отражающих щита были установлены по противоположным сторонам помещения. В случаях, когда условия освещения менялись по мере перемещения ламп и/или отражающих щитов, мы фиксировали цветовые данные, используя Color Checker Passport.

Кадры со всех четырех стен были затем отсортированы по четырем категориям и переведены в различные форматы: маленькие файлы JPEG - для быстрого просмотра, исходные несжатые файлы - для обработки в высоком разрешении и изображения основных деталей и всех стен. После подгонки цветов фотографий мы совместили восемь сегментов каждой вертикальной секции в колонку и затем совместили две смежные колонки в еще одну более широкую колонку, затем эти широкие колонки – в еще более широкие колонки, и так до тех пор, пока не получили каждую из четырех целых фресок в едином файле, из которого и получилась фотография с высоким разрешением или же цифровая копия настенной живописи.

flected in each. Thus we set up a pair of monotype 600-watt lights, mounted on a holder and arranged in a vertical line, only on the sides of the wall being shot. To ensure that each part of a segment received equal lighting, the lights were placed at the farthest possible distance from the painting, and two reflection boards were installed on the opposite side of the room. In cases where lighting conditions changed due to the movement of the lights and/or of the reflection boards, we recorded the color data by using Color Checker Passport.

The shots of the four walls were then sorted into four categories, and they were subsequently transformed into various formats: small JPEG files for quick views, raw files for high-definition revisions, and images of major details and of the entire walls. After adjusting the colors of the photos, we merged the eight segments of each vertical section into a column, and then merged two adjacent columns into another wider column, then these wider columns into yet wider columns and so on until we obtained each of the four entire wall paintings in a single image file, resulting in a high-definition photo, or digital copy of the mural.

Размер файлов изображения на каждой стадии

Фаза	Категория	Файлы изображения	Размер (в мегабайтах)	Расширение
Фаза 1 съемка	Необработанные файлы	1 фотография	129	TIFF
		560 фотографий (всех четырех стен)	72,240	
		Совмещенное изображение 1 колонки (8 фотографий)	1,350	
		Совмещенное изображение 2 колонок (16 фотографий)	2,300	
	Совмещенное изображение каждой стены	Совмещенное изображение всей западной стены (оригинал)	11,400	PSD
		Совмещенное изображение всей восточной стены (оригинал)	5,290	
		Совмещенное изображение всей южной стены (оригинал)	12,300	
		Совмещенное изображение всей северной стены (оригинал)	5,960	
Фаза 2 цифровая реконструкция	Цифровое реконструированное изображение каждой стены	Восстановленное изображение всей западной стены	37,700	PSD
		Восстановленное изображение всей восточной стены	23,600	
		Восстановленное изображение всей южной стены	26,700	
		Восстановленное изображение всей северной стены	43,300	

Sizes of the Image Files in Each Phase

Phase	Category	Image Files	Size (Megabytes)	Extension
Phase 1 Shooting	Raw Files	1 Photo	129	TIFF
		560 Photos (of all four walls)	72,240	
		Merged Photo of 1 Column (8 Photos)	1,350	
		Merged Photo of 2 Columns (16 Photos)	2,300	
	Merged Image of Each Wall	Merged Photo of the Entire Western Wall (Original)	11,400	PSD
		Merged Photo of the Entire Eastern Wall (Original)	5,290	
		Merged Photo of the Entire Southern Wall (Original)	12,300	
		Merged Photo of the Entire Northern Wall (Original)	5,960	
Phase 2 Digital Restoration	Digitally Restored Image of Each Wall	Restored Image of the Entire Western Wall	37,700	
		Restored Image of the Entire Eastern Wall	23,600	
		Restored Image of the Entire Southern Wall	26,700	
		Restored Image of the Entire Northern Wall	43,300	

Сейчас фреска еще более повреждена, чем тогда, когда её впервые открыли, и ее изначальная копия становится еще важнее в процессе реставрации. Мы смогли сделать фотографии копии, которая хранится в Институте археологических исследований Академии наук Республики Узбекистан³.

Детальный анализ. Чтобы собрать точные данные по созданию копии Афрасиабской дворцовой настенной живописи, проектная группа провела серию детальных анализов оригинала с новейшим оборудованием в течение 20 дней, начиная с 5 июля 2013 г., включая компонентный анализ использованных пигментов, хроматические измерения, цифровой стереоскопический осмотр при помощи микроскопа, а также инфракрасное и ультрафиолетовое изучение.

1. Компонентный анализ пигментов

Пигменты, используемые в настенной живописи, могут быть разделены невооруженным глазом по шести цветовым категориям: зеленый, красный, желтый, синий, белый и черный цвета. Мы сняли заранее обозначенные точки на каждой стене – 27 на восточной стене, 24 на южной, 31 на западной и 14 на северной – и цветные участки, чтобы провести компонентный анализ пигментов при помощи переносного рентгеновского флуоресцентного

The mural is currently damaged even more seriously than when it was first discovered, and thus its initial copy is vitally important in the restoration process. We were able to photograph the copy kept at the Institute for Archaeological Research of the Academy of Sciences, the Republic of Uzbekistan³.

Forensic Analysis. In order to garner accurate data for the production of a copy of the Afrasiab palatial wall painting, the project team conducted a series of forensic analyses of the original with state-of-the-art equipment over the course of 20 days, starting on 5 July 2013, including component analyses of the pigments used, chromaticity measurements, digital stereoscopic microscope examinations, and infrared and ultraviolet examinations.

1. Component Analysis of Pigments

The pigments used in the mural could be divided into six color categories by the naked eye: green, red, yellow, blue, white, and black. We shot previously designated points on each wall – 27 on the east wall, 24 on the south, 31 on the west and 14 on the north – and color patches, in order to conduct component analyses of the pigments with a portable X-ray fluorescence spectrometer (P-XRF); measure the chromaticity with the CM-700D; and examine the condition and characteristics of each pre-designated



*Nondisruptive pigment component analyzer
(A: Nondisruptive pigment component analysis
(P-XRF), B: Chromaticity measurement,
C: Digital stereoscopic microscope)*

*Анализатор содержания пигментов
(А: анализ содержания пигментов (P-XRF);
Б: Хроматическое измерение; В: цифровой
стереоскопический микроскоп)*

спектрометра (P-XRF), измерить хроматичность при помощи CM-700D, а также изучить состояние и характеристику каждой заранее намеченной точки живописи при помощи цифрового стереоскопического микроскопа.

В показателях компонентов пигментов анализ определил следующее: красный пигмент в основном содержит гематит (Fe_2O_3); в точках W-1, S-14 и N-9 он состоял из смеси киновари (HgS) и свинцового сурика (Pb_3O_4). В желтом пигменте было зафиксировано большое содержание Fe_2O_3 , основной компонент охры, предположительно взятой с холмов Афрасиаба. Синий пигмент был определен при содержании высоких долей таких элементов, как SiO_2 , Al_2O_3 и MgO , компонента лазурита ($(\text{Mg}, \text{Fe}^{+2})\text{Al}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$), который производится в избытке в Центральной Азии. Белый пигмент оказался известняковой смесью на основе или мела, или раковины двустворчатого моллюска. В точках S-19, S-23 и E-R13 найдено большое содержание цинка (Zn). Просмотр набора фотографий и цифровых стереоскопических изображений опреде-

point of the painting with a digital stereoscopic microscope.

In terms of the components of the pigments, the analysis determined the following: the red pigment was largely comprised of hematite (Fe_2O_3), or, at points such as W-1, S-14 and N-9, it was constituted by a mixture of cinnabar (HgS) and minium (Pb_3O_4). In the yellow pigment, a high proportion of Fe_2O_3 , a major component of ocher, was detected, suggesting that it was produced with the use of ocher from Afrasiab Hill. The blue pigment was determined to contain high proportions of such elements as SiO_2 , Al_2O_3 and MgO , components of lapis lazuli ($(\text{Mg}, \text{Fe}^{+2})\text{Al}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$), which is produced in abundance in Central Asia. The white pigment seems to be a chalk- or clam shell powder-based limestone mixture. At the points S-19, S-23 and E-R13, a high volume of zinc (Zn) was found. The examination of a set of photos and digital stereoscopic microscope images identified a white pigment layer on the plastered image of a swan on the southern wall, which is presumed to have been

лил белый пигментный слой на штукатуренном изображении лебеда на южной стене, который предположительно был сделан во время процесса консервации, тогда как его основной компонент - окись цинка (белый цинк; ZnO) - является современным соединением. Обычные черные пигменты содержат углерод. Тем не менее, так как используемый нами P-XRF не определяет легкие элементы, чье атомное число меньше 15, нам не удалось определить элементы, содержащиеся в черном пигменте. Но недавнее исследование по пигментному компонентному анализу предполагает, что, возможно, черный пигмент был из растительного или животного углерода.

2. Инфракрасное и ультрафиолетовое обследование

Инфракрасное изображение – полезный технический прием в изучении характерных черт артефактов, которые невооруженный глаз не может увидеть. Посредством нашего прибора – the Super Eye C2847 – живопись смотрится темнее, так как она поглощает больше инфракрасных лучей, и как результат мы смогли лучше определить типы использованных пигментов и толщину слоев в данной точке. Этот технический прием обычно используется для обнаружения палимпсестов – таких, как наброски, подписи или изображения в слоях под поверхностным слоем живописи, которые дают обильное использование пигментов на основе углерода, а так как пигменты содержащие углерод (такие, как тушь) поглощают большое количество инфракрасного света, то темное становится черным. Вдобавок ультрафиолетовая камера VL-6 LL помогает различить вещества, которые иначе не могут быть определены, так как они отражают флуоресцентные лучи различной длины волн и силы. Изначально ожидалось, что мы сможем точно оценить оригинальные формы и контуры поврежденной фрески с относительной легкостью путем инфракрасного и ультрафиолетового осмотра.

Неожиданно при осмотре не удалось извлечь чистую световую реакцию фрески из-за 0.2-0.3 миллиметрового слоя поли-бутил акрилата, которым покрывали поверхность во время консервационной обработки для улучшения прочности⁴. Так как фреска давала минимальную реакцию на инфракрас-

produced during a conservation process since its major component zinc oxide (zinc white; ZnO) is a modern compound. Conventional black pigments contain carbon. However, since the P-XRF we used did not detect light elements whose atomic number was lower than 15, we failed to determine the elements contained in the black pigment. But recent research on pigment component analysis suggests that it is probable that the black pigment was made from vegetable or animal carbon.

2. Infrared and Ultraviolet Examination

Infrared imaging is a useful technique in studying the characteristics of artifacts that the unaided eye cannot. Seen through our device – the Super Eye C2847 – the painting looked darker as it absorbed more infrared rays, as a result of which we could better identify the kinds of pigment used and how thick the layers were at a given point. This technique is commonly used in order to discover palimpsests such as sketches, signatures or images in layers beneath the surface layer of paintings that make abundant use of carbon-based pigments, since pigments that contain carbon (such as tusche) absorb a great deal of infrared light, and thus appear dark black. In addition, an ultraviolet camera VL-6 LL helps to distinguish between substances that cannot otherwise be differentiated, as they reflect fluorescent rays of various wavelengths and strengths. Initially it was expected that we would be able to accurately assess the original forms and contours of the damaged mural with relative ease by means of infrared and ultraviolet examinations.

Unexpectedly, however, the examinations failed to elicit clear photic reactions from the mural due to the 0.2-to-0.3mm-thick layer of poly-butyl acrylate that was plastered on the surface during a conservation treatment to improve its durability.⁴ As the mural reacted only minimally to infrared and ultraviolet lights, it was extremely difficult to perceive the traces of preliminary sketches and of coloring behind the surface. Furthermore, damage to the pigment layers obstructed the detection of the thermodynamic features of each pigment. As a result, infrared and ultraviolet examinations failed to produce satisfactory analyses of the mural.

ный и ультрафиолетовый свет, было крайне сложно различить следы подготовительных набросков и росписи за поверхностью. Кроме того, повреждение пигментных слоев затрудняло обнаружение термодинамических свойств каждого пигмента. Как результат - инфракрасным и ультрафиолетовым осмотрам не удалось получить удовлетворительные анализы настенной живописи.

3. Видео-увеличительный микроскопный анализ Video Zoom Microscope Analysis

Как альтернатива инфракрасным и ультрафиолетовым методам использовался видео-увеличительный микроскоп (ВУМ), который невосприимчив к помехам от веществ, использованных в процессе консервации. Так как ВУМ-анализ очень «капризен», а микроскоп слишком большой для простого использования, которое занимает много времени, потому что необходимо увеличить объект анализа до большого размера для получения изображений с высоким разрешением, прибор редко берут в научную командировку. Учитывая маловероятные, но возможные неудачи инфракрасного и ультрафиолетового анализа, тем не менее, мы подготовили ВУМ-анализ, который оказался очень полезным.

Учитывая, что было бы непрактично исследовать всю настенную живопись ВУМом, команда решила сконцентрироваться на изображениях корейских послов на серьезно поврежденной западной стене. Так как большая часть пигментных слоев, исключая мечи и ремни посланников и части фона, отслоилась, было по существу невозможно точно определить фигуры. Сначала мы разделили эту секцию фрески на 140 сегментов в целях фотографирования и увеличили каждый фотографический сегмент в семь раз при помощи ВУМ для выявления скрытых пигментов. После оцифровки полученных данных при помощи Adobe Photoshop CSS, мы восстановили контуры изображений по соединяющим полям, на которых точки показывающие остатки пигментов были наиболее тесно сгруппированы.

Цифровая реставрационная копия

Мы попытались сделать реставрацию поверхности дворцовой настенной живописи, основываясь на информации, полученной с цифровой

3. Video Zoom Microscope Analysis

As an alternative to infrared and ultraviolet methods, a Video Zoom Microscope (VZM) was employed, which is impervious to the obstructions of the substances applied to paintings during conservation treatments. Since a VZM analysis is highly demanding as the microscope is too large to use with ease and it is very time-consuming because, in order to obtain high-definition images, it is necessary to magnify the object under analysis to a large extent, the device is rarely carried to a field trip. In consideration of improbable but possible failures of infrared and ultraviolet examination, however, we prepared a VZM analysis, which turned out to be extremely useful.

Judging that it was impractical to examine the entire mural with a VZM, the team decided to concentrate on the images of Korean envoys on the seriously damaged western wall. As most of the pigment layers – with the exception of the swords and belts of the envoys and parts of the background – had peeled off, it was essentially impossible to determine the figures precisely. We first divided this section of the mural into 140 segments for photographic purposes, and magnified each photographed segment 7-fold with the VZM in order to unearth obscured pigments. Upon digitalizing the data acquired by these means via Adobe Photoshop CSS, we restored the outlines of images by connecting areas in which the dots that indicated the remaining traces of pigments were most densely clustered.

Digital Restoration Copy

We attempted a surface restoration of the palatial mural based on the information acquired through the high-definition digital copy and forensic analyses as follows:

By overlapping the high-definition digital copy produced by the photographic crew and the hand-painted copy produced in 1965, we were able to compare them, thereby firstly identifying errors or lack of fidelity to the figures in the original in the hand-painted copy, and secondly identifying the damaged parts which were recorded in the digital copy.

The restoration was carried out based on the contrast between the old and the new copies, and on data on the characteristics and chromaticity of the

копии высокого разрешения и следующих исследовательских анализов.

Путем наложения цифровой копии с высоким разрешением, сделанной фотографирующей командой, и копии, сделанной от руки в 1965 г., мы смогли их сравнить и таким образом сначала определить ошибки или недостаток точности в оригинале на копии, сделанной от руки, и далее - определить поврежденные части, которые были зафиксированы на цифровой копии.

Реставрация проходила на основе контраста между старой и новой копиями и данных по характеристикам и хроматичности пигментов и контуров фигур послов, собранных посредством исследовательского анализа. Но для реставрации линий, фигур и цветов, которые были слишком повреждены, чтобы их определить невооружённым глазом, требуется необыкновенный набор навыков, поэтому следует привлечь высокопрофессиональных художников, так как им лучше всего удастся интерпретировать фрески, написанные другой группой художников, живших более 1300 лет назад.

Начальный набросок или контур Афрасиабской дворцовой фрески для цифровой реставрации был сделан азиатской щетинковой кистью. К счастью, контуры человеческой фигуры, которая похожа на корейского посланника, все еще различимы в центре западной стены. Благодаря своему многолетнему опыту реставрации фресок Великого шёлкового пути в Дунхуане, Китай, проф. Ён Су, ответственному за реставрацию поверхности, удалось ухватить основы оригинальной техники художника по выразительности и расцветке их характерных мазков⁵.

Одним из важных вопросов в реставрации живописи становится решение о том, должна ли реставрация соотноситься с оригинальными артефактами – такими, какими они были при создании, или же с более поздними. В ходе нашего проекта было согласовано, что должна быть создана завершённая версия, изображающая фреску того времени, когда первая копия была сделана от руки, а именно в 1965 г. Отреставрированная живопись, тем не менее, более точно воспроизводит оригинал, чем копия 1965 г.; во время реставрации мы смело добавляли дополнительные линии и цвета,

pigments and the outlines of the envoys garnered through the forensic analyses. But restoring lines, figures and colors that have been too seriously damaged to be detected by the unaided eye requires an unusual set of skills, so highly trained painters should be employed, as they are best placed to interpret a mural painted by another group of painters who lived more than 1,300 years ago.

The initial sketch or outline of the Afrasiab palatial mural for the digital restoration was drawn with an Asian hair pencil. Fortunately, the contours of a human figure, who resembles a Korean envoy, is still identifiable in the center of the western wall. Thanks to his experience with the restoration of the Silk Road murals in Dunhuang, China for a number of years, Professor Yong Suh, who was in charge of the surface restoration, managed to capture clues to the original painters' techniques of expression and coloring, and their distinctive strokes⁵.

One important issue in restoring paintings concerns whether the restoration should refer to the original artifacts at their birth, or to those at a later time. For our project, it was agreed upon that the final outcome should in principle be produced so as to it represents the mural of the time when its first hand-made copy was generated, namely, 1965. The restored painting, however, represents the original more accurately than the 1965 copy does since, during the task of restoring it; we boldly added extra lines and colors – which do not appear in the old copy – whenever our data convincingly showed it to be appropriate.

For printing purposes, POPYRUS300, the French paper, was used as it accurately reflected the texture of the painting. Due to the large size of the image files, the photo of each wall was printed on roughly 10 sheets of paper, which were later amalgamated. Two hard copies of the final product were printed, one of which is now stored at each of the Northeast Asian History Foundation and the Afrasiab Museum.

While the restored copy is based on digital technologies, human painters also played indispensable roles in producing it. In this respect, the accomplishment should be seen as the result of a novel method of replication based both on conventional techniques and the cutting-edge technologies of modern times.



Западная стена (до реставрации)

Western Wall (Before Restoration)

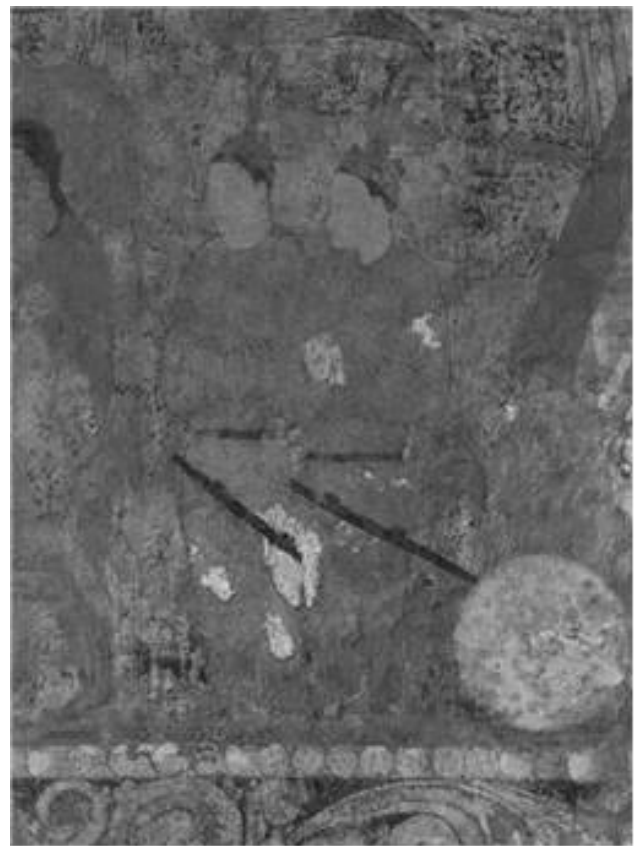


Западная стена (после реставрации)

Western Wall (After Restoration)



Древние корейские посланники (до реставрации)
Ancient Korean Envoys (Before Restoration)



Древние корейские посланники (после реставрации)
Ancient Korean Envoys (After Restoration)

которых не было на старой копии, каждый раз, когда наши данные убедительно указывали на их соответствия.

Для печати и точного отражения структуры живописи была использована французская бумага PARYRUS300. Из-за больших размеров изображения фотография каждой стены была распечатана на 10-ти листах, которые потом соединили. Были отпечатаны две копии на бумаге, одна из которых хранится в Фонде истории Северо-Восточной Азии и в Афрасибском музее.

В то время как реставрируемая копия основывалась на цифровых технологиях, художники также принимали обязательное участие в ее создании. В этом отношении выполнение видится как результат нового метода копирования, основанного как на традиционной технике, так и на передовой технологии нового времени.

Создание точной копии. По завершении цифровой реставрационной копии команда приступила к созданию полной точной копии стеной живописи, используя художественные техники, которые привлекались в реальной живописи фресок. Команда проф. Су из восемнадцати студентов и магистрантов из Женского Университета Дондук разделилась на две команды, одна из которых отвечала за компоновку модельной стены, а другая выполняла задание по соединению отреставрированной копии реальной фрески. Они приступили к созданию точной копии в июле 2013 г. и завершили ее к концу 2014 г.

Широко известно, что Афрасиабская дворцовая фреска имеет историческое значение для корейцев. Надписи на стеной живописи также вызывают научный интерес, так как они дают массу информации о согдийской культуре и истории. Так, мы выбрали корейских посланников, носящих *Джову-Гуан* на северной части западной стены, и народ с согдийскими письменами на южной части как основные объекты точной копии.

Посредством компонентного анализа пигментов и самой стены, которая, конечно же, была составляющей частью каждой фрески, мы уже установили, что стены были сделаны из охры с холмов Афрасиаб, смешанной с песком. Наше исследование и эксперименты в сотрудничестве с экспертом по настенной живописи Мариной Реутовой из Института археологии АН РУз. нам

Replica Production. Upon the completion of the digital restoration copy, the team initiated the production of a complete replica of the mural, using art techniques that are employed in the actual painting of murals. Professor Suh's team, comprised of eighteen Ph.D. and Master's students from Dongduk Women's University, split into two sub-teams, one of which took charge of fabricating a model wall, and the other of which was assigned the task of incorporating the restored copy of the actual mural into it. They embarked upon the replica production in July 2013, a task that continued until the end of 2014.

As is widely known, the Afrasiab palatial mural is of historic significance to Koreans. The words engraved on the mural also arouse scholarly interest as they inform us about Sogdian culture and history. Thus we selected the Korean envoys who were wearing *Jowoo-Guan* in the northern section of the western wall, and the people with the Sogdian letters in its southern section as the main objects for the replica.

Through the component analyses of the pigments and the wall itself, the latter of course being an integral element of every mural, we had already ascertained that the wall was made of ocher from Afrasiab Hill, mixed with grains of sand. Our research and experiments in collaboration with the murals expert Marina Reutova at the Institute of Archeology of the Academy of Sciences, the Republic of Uzbekistan were of great help in producing the replica wall later in Seoul.

In fabricating a wall for a mural, the first priority is the choice of an appropriate substance that can adequately support the weight of clay to be plastered on the wall. Hence, we selected Honeycomb Board, as it is light but it is resistant to deformation. We affixed a sheet of jute to the surface of the Board, on which two layers of ocher, similar in its makeup to that from the Afrasiab Hill, were plastered and dried.

When the wall was completed, we commenced the application of the restored copy of the mural to it. The replication team made an initial conté sketch on the rear side of the printed mural, which was then pressed onto the wall. Based on the sketch – now on the wall – the team line-drew an outline with hair pencils with reference to the relevant data. Next, in order to replicate the mural, we used ash-gray tusche

очень помогли в создании точной копии стены позже в Сеуле.

При компоновке стены для фрески, главным приоритетом стал подбор подходящего вещества, способного в достаточной мере выдержать вес глины, чтобы нанести ее на стену. Отсюда, мы выбрали тип ячеистой доски, которая легкая, но устойчива к деформации. Мы прикрепили лист джута на поверхность доски, на которой были два слоя охры, подобной той, что составляла основу и бралась с холмов Афрасиаба.

Когда стена была закончена, мы перешли к наложению реставрированной копии фрески на нее. Команда, которая занималась копированием, сделала начальный набросок на обратной стороне отпечатанной фрески, которая затем была наложена на стену. Основываясь на наброске, теперь уже на стене, команда нанесла контуры щетинковой кистью, соотносясь с достоверными данными. Следующим этапом для копирования фрески мы использовали пепельно-серую тушь (*сонгёонмук*), по необходимости управляя силой и уровнем влажности кистей.

Раскрашивание проводилось с целью воспроизведения качества и цветности пигментов живописи как можно точнее, исключая использование искусственных порошковых пигментов вместо естественных минеральных пигментов – таких, как на фресках. Это исключение было мотивировано соображением о том, что порошковый пигмент более эффективен в воспроизведении цветности оригинала и что он более экономичен и подходит нашему ограниченному бюджету.

Сравнивая каждый соответствующий аспект точной копии и цифровую отреставрированную фреску, мы были уверены, что воссоздали детали до таких мелочей, как отшелушивание и волосные трещины, таким образом воссоздав другую Афрасиабскую дворцовую фреску через 1300 лет после создания оригинала. Точная копия отреставрированной копии теперь экспонируется на главном стенде в Центральноазиатском отделе Национального музея Кореи.

Реконструкция трёхмерного цифрового изображения. Трёхмерное цифровое изображение Афрасиабской дворцовой настенной живописи, созданное средствами продвинутых цифровых медиатехнологий, представляет памятник живо-

(*songyeonmuk*), manipulating the strength and moisture level of the brushes as necessary.

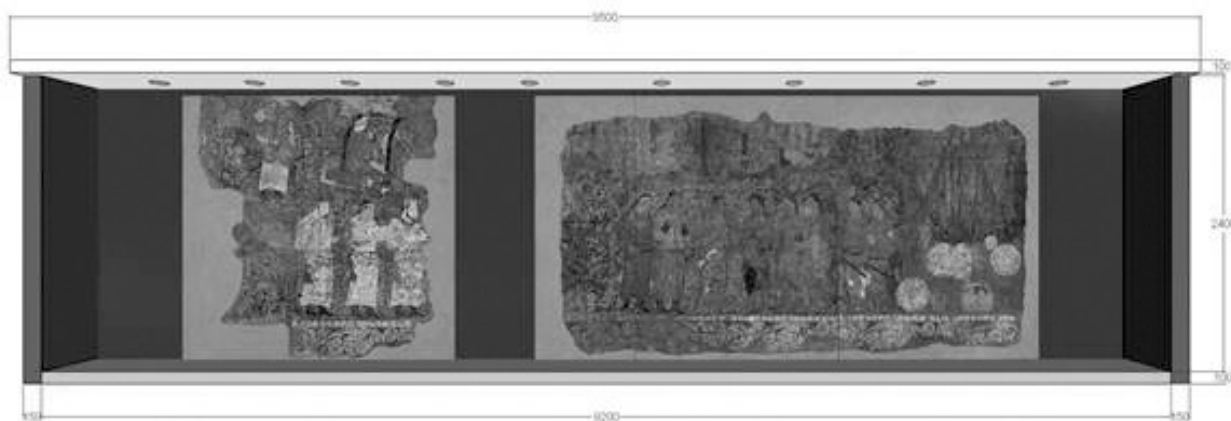
The coloring was carried out with the aim of replicating the properties and chromaticity of the mural's pigments as accurately as possible – with the exception of our using artificial powder pigments instead of natural lithic pigments of the sort employed in the mural. This exception was motivated by the consideration that powder pigment is more effective in replicating the color-fadedness of the original, and its being more economical and compatible with our limited budget.

Comparing each and every corresponding aspect of the replica and the digitally restored mural, we believe we reproduced details as minute as peelings-off and hairline cracks, thereby bringing what is effectively another Afrasiab palatial mural into existence over 1,300 years after the advent of the original. The replica of the restored copy is currently on display on the main board in the Central Asia section at the National Museum of Korea.

3D Digital Image Restoration. The 3D digital image of the Afrasiab palatial mural, produced by means of advanced digital media technologies, offers the mural site and its walls in the form of virtual reality so as to give viewers an indirect but vivid experience of the mural. The Northeast Asian History Foundation worked on its replica from June 2014 to May 2015, a project that proceeded well thanks to the Foundation's previous experience of producing a 3D image of the Koguryo tomb murals, which started in 2007.

There are only scant records on the structure of Afrasiab Palace and the location of its mural, except for a single planar ordnance map produced upon its discovery, which sparsely illustrates about thirty rooms and their dividing walls. Thus, we attempted to acquire further information on the palatial site based on 3D broadband scanning of the architectural remains of the whole site. Using the Trimble TX5, the image we scanned is significant as a source of precise numerical and visual data on the surface of the Afrasiab palatial site, which we were able to utilize in measuring various objects and in drawing a blueprint.

In addition, a collection of older blueprints generated at the time of the excavation and another set



Репродукция реставрированной копии росписи на показе отдела Центральной Азии в Национальном музее Кореи

A replica of the restored copy of the mural on display in the Central Asia section at the National Museum of Korea

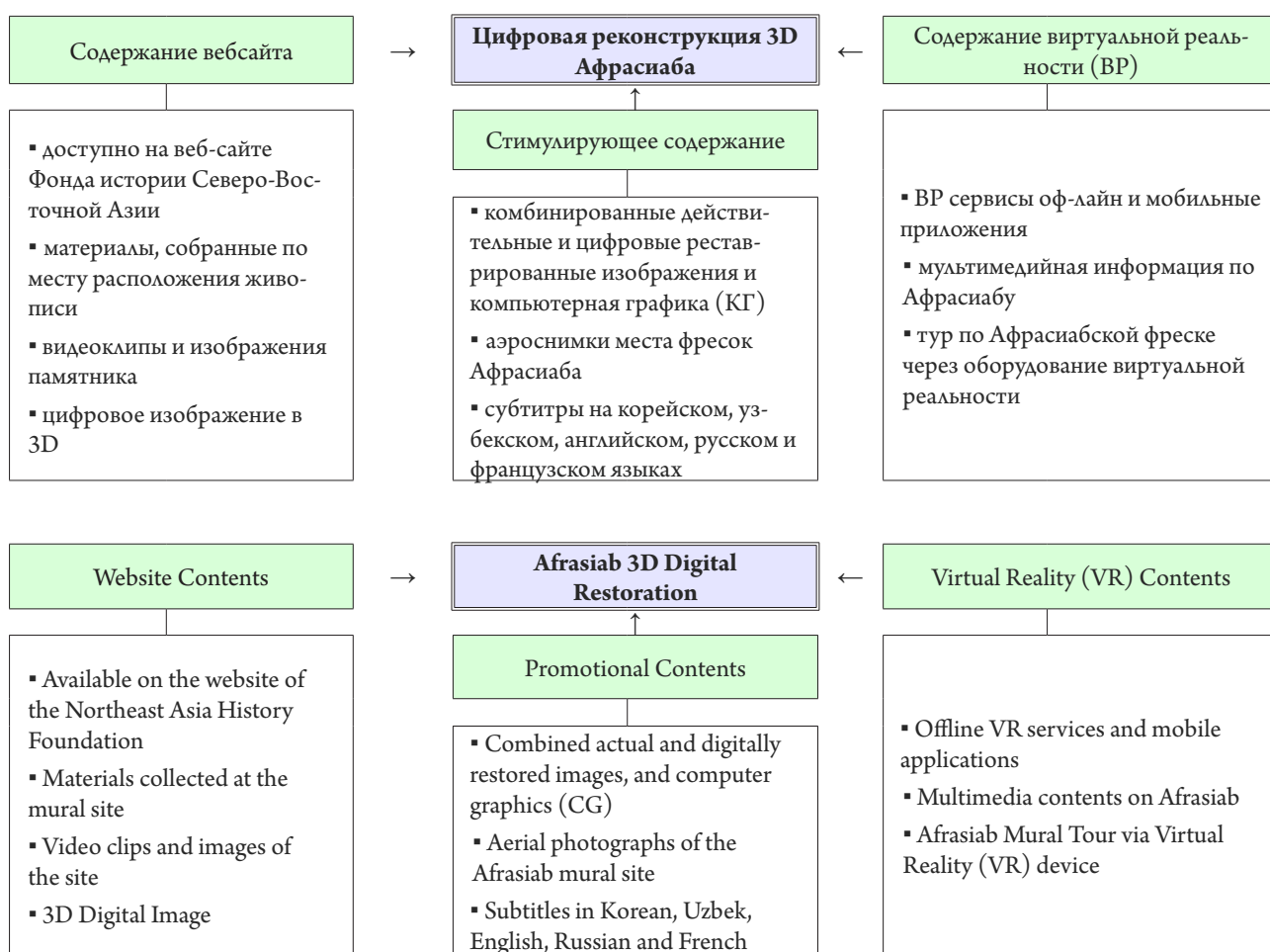
писи и его стены в форме виртуальной реальности и дает зрителям не прямой, но яркий опыт восприятия фрески. Фонд истории Северо-Восточной Азии работал над ее точной копией с июня 2014 г. по май 2015 г., проект был выполнен благодаря предыдущему опыту Фонда по созданию трехмерного изображения настенной живописи могильника Когюрё, начатого в 2007 г.

Существуют лишь скудные данные по структуре Афрасиабского дворца и расположения его настенной живописи, исключая одну планарную карту, сделанную после ее обнаружения, которая нечетко показывает около тридцати комнат и разделяющие их стены. Таким образом, мы старались получить дальнейшую информацию по месту расположения дворца, основываясь на трехмерном широкополосном сканировании архитектурных остатков целого городища. Используя Trimble TX5, мы получили сканированный снимок, который важен как источник точных цифровых и визуальных данных по поверхности Афрасиабского дворцового памятника; мы смогли использовать его в измерении различных объектов и в создании точного чертежа.

Вдобавок коллекция старых чертежей, созданная во время раскопок, и другой набор сканированных данных, полученный с археологических остатков, найденных в здании с настенной живописью, и спутниковые фотографии были объединены в перекрывающиеся слои и подогнаны в 47 точках на стенах. Основываясь на этом, мы смогли локализовать

of scanned data derived from architectural remains found in the building with the mural and satellite photographs were amalgamated in overlapping layers, and matched at 47 points on the walls. Based on this we could locate Room A-1 where the mural is situated, as is indicated by the blueprints, and specify the planar form of the old palace. Moreover, the first aerial drone photograph of the Afrasiab historic site is of special significance in that it captured its sublimity and beauty, which had never been seen from the ground.

The replication of the mural in the form of a digital 3D image was made possible by intensive field research and as a result of the advice of a panel of experts. In representing the entire structure of the site and the architectural styles found within it, the following materials were highly useful: a topographic map of the Afrasiab palatial site produced in 1885; blueprints produced upon the excavation of the site, which were made available by the Institute for Archaeological Research at the Academy of Sciences, Republic of Uzbekistan and the Panjakent Museum; and a painting and a miniature of the palace in resplendent condition, based on the architectural evidence found on the palatial site. In representing pillars and ceilings that have completely collapsed, we referred to restored blueprints of the historic remains of the Sogdian era at Panjakent⁶. In addition, we inferred that the vertical structures designed by the architect were double-layered by drawing on the case of



Комнату А-1, где находилась фреска, как показано на чертежах, и точно определить планарную форму старого дворца. Более того, первый аэроснимок исторического городища Афрасиаб с беспилотника стал особо значимым, показав всю величественность и красоту невидимую с земли.

Копирование настенной надписи в форме цифрового трехмерного изображения стало возможным при интенсивном полевом исследовании и как результат рекомендации экспертной группы. Для репрезентации всей структуры городища и архитектурных стилей, найденных на них, стали полезными следующие материалы: топографическая карта места Афрасиабского дворца, сделанная в 1885 г., чертежи раскопов городища, предоставленные Институтом археологических исследований АН РУз и Музеем Пенджикента, живопись и миниатюра дворца в своей великолепии, основанные на архитектурных свидетельствах, обнаруженных на месте дворца. Для воспроизведения полностью рухнувших колонн и потолков, мы обратились к реставрационным чер-

Panjakent and the reports contained in *Shindangseo* (新唐書).⁷

Finally, for the 3D digital image restoration project, we developed a variety of contents for a website, a promotional video clip and virtual reality (VR) apps, which are currently available on the website of the Northeast Asian History Foundation and/or on YouTube.

The Northeast Asian History Foundation and the Afrasiab Museum held a ceremony in celebration of the conclusion of the project on 1 April, 2015. During the ceremony, we established a video room at the Afrasiab Museum, where a video tour, which introduces visitors to the beauty of the Afrasiab palatial mural and to the cultural and historic meaning of the Silk Road, is now played with subtitles in the five languages of Korean, Uzbek, English, Russian and French.

Conclusion. In conclusion, this paper discussing the ways in which the Northeast Asian History Foun-



*Трехмерная реконструкция
Афрасиабского дворца*

Restored 3D Image of the Afrasiab Palatial Site



*Трехмерная реконструкция интерьера
Афрасиабского дворца*

*Restored 3D Image of the Interior
of the Afrasiab Palace*

тежам исторических остатков Согдийского периода в Пенджекенте⁶. Вдобавок мы предположили, что вертикальные архитектурные конструкции были двойными, судя по рисункам Пенджикента и отчетам, содержащимся в *Shindangseo* (新唐書)⁷.

В заключение, для проекта реконструкции трехмерного цифрового изображения мы разработали содержание для вебсайта, видеофильм и приложения виртуальной реальности (VR), которые теперь доступны на вебсайте Фонда истории Северо-Восточной Азии и на You Tube.

Фонд истории Северо-Восточной Азии и Музей Афрасиаба провели церемонию в честь завершения проекта 1 апреля 2015 г. Для проведения празднования мы оборудовали комнату для видеопросмотра в Музее Афрасиаб, в которой можно провести видеотур, знакомящий гостей с красотой Афрасиабской дворцовой настенной живописи и культурно-историческим значением Великого шелкового пути на пяти языках – корейском, узбекском, английском, русском и французским.

Заключение. В завершение упомянем важность данной статьи как разъяснения методов, по которым шел проект Фонда истории Северо-Восточной Азии и Музея Афрасиаба по воссозданию цифровой копии Афрасиабской дворцовой фрески.

Главным образом, он дал импульс к разработке новых методов реставрации культурного наследия исторической важности, которые привлекают такие технологии, как высокоточное фотографирование и соединение изображения в натуральную величину, анализ и хроматическое измерение пигментов, стереоскопический анализ микроскопом и инфракрасное и ультрафиолетовое обследования. Это дает нам возможности изучать и испытывать различные техники, необходимые для изучения настенной живописи исторической важности. Данный проект установил новую парадигму для охраны и использования культурного наследия путем создания «цифрового копирования»⁸ как еще одного жанра искусства, основанного на компьютерной графике, так же, как и проведения исследовательского анализа посредством высокотехнологичных приборов.

Важно, что удалось достичь цели копирования культурного артефакта до самой высокой степени благодаря фотографированию в высоком разрешении и детальным данным, полученным посредством исследовательских анализов. Старая копия, полу-

дация и the Afrasiab Museum's project to produce a digitally restored copy of the Afrasiab palatial mural is significant.

Primarily, it gave impetus to the devising of new methods of restoring cultural properties of historic significance, which draw upon such technologies as high-precision photography and actual-size image merging; analysis and chromaticity measurement of pigments; stereoscopic microscope analysis; and infrared and ultraviolet examinations. This provided us with opportunities to learn about and experience the various techniques needed to study murals of historic importance. This project establishes a new paradigm for the conservation and utilization of cultural heritage by establishing 'digital copying'⁸ as another genre of art that draws on computer graphics, as well as for the conduct of forensic analyses through the use of high-tech devices.

It is also significant in that it achieved the purpose of copying a cultural artefact to the fullest possible degree thanks to high-definition photography and detailed data acquired via forensic analyses. The old copy that was produced upon the mural's discovery in 1965 did not depict the whole mural, and failed to capture the figures and colors accurately. By contrast, the new digital copy, as it represents the original 'just as it appears', renders itself a highly useful reference material, which we believe any further work on or analysis of the mural must take stock of.

Furthermore, a great deal of information on the mural itself has been analyzed and recorded, even if belatedly, a half century after it was unearthed. The database that was developed during the analyses of the mural can be utilized for future research on cultural artefacts throughout the world, and not simply in the Silk Road region.

The use of digital technologies has made the Afrasiab palatial mural more accessible to the public than ever. Its replica is currently on display at the National Museum of Korea, and in the form of a digital restoration copy at the National Museum, New Delhi, as well as on the Web, all of which raises awareness of the value of the Afrasiab mural.

We expect that the Northeast Asia History Foundation and the Afrasiab Museum's project will con-

ченная после открытия в 1965 г., не дает полной картины и не воспроизводит в точности фигуры и цвета. По контрасту новая цифровая копия как репрезентация оригинала «как он есть» представляет собой крайне полезный материал для дальнейшей работы или анализа по настенной живописи.

К тому же, было проанализировано и записано большое количество информации, даже если и запоздало – полвека спустя после обнаружения. Базу данных, которая была разработана во время проведения анализов фрески, можно будет использовать для будущих исследований по культурным артефактам по всему миру, а не просто в регионе по Великому шелковому пути.

Использование цифровых технологий сделало Афрасиабские дворцовые фрески более доступными публике, чем прежде. Их точная копия сейчас выставляется в Национальном музее Кореи, а также в виде цифровой реставрационной копии в Национальном музее Нью-Дели, также и во всемирной паутине, и все это сделано для того, чтобы дать знать о ценности Афрасиабской настенной живописи.

Мы ждем того, что проект Фонда истории Северо-Восточной Азии и Музея Афрасиаба продолжит вносить вклад в углубление нашего понимания истории и культуры Великого шелкового пути и истории цивилизации в целом.

¹ Фонд истории Северо-Восточной Азии занимается исследовательским и реставрационным проектом фресок могил Когурё с 2008 в. Фонд провел цифровую реставрацию ряда фресковой живописи в могиле Деохеун-ри, могилы №3 в Анаке, могил Гангсеодаемё и Сусан-ри. Результаты работы были опубликованы на веб-сайте: https://www.nahf.or.kr/gnb07/snb09_03.do.

² Работу проектной команды вел Кван Еуи Ко, Ph.D, из Фонда истории Северо-Восточной Азии, которая состояла из историков, археологов и специалистов по истории искусств, включая Ён Су, художницу и профессора из Дондукского Женского Университета, Бит Шин, фотографа культурного наследия, Квонвун Лим, Ph.D., директора Центра по сохранению культурного наследия Жунган, Сунгюн Жун, исследователя, Джикио Ким, директора технологического исследовательского института культуры и наследия (TRICH) и Джин-Хо Пак, исследователя из Корейского института культурных технологий. Исследовательская команда консультировалась с такими местными специалистами, как Самаридин Мусафакулов (директор Музея Афрасиаб) и Марина Реутова (начальник отдела химическо-технологических исследований и

continue to contribute to deepening our understanding of the Silk Road's history and culture, and of the history of civilization in general.

¹ The Northeast Asian History Foundation has been working on a research and restoration project for Koguryo tomb murals since 2008. The Foundation has digitally restored a number of mural paintings discovered at Deokheung-ri tomb, Anak tomb No. 3, Gangseodaemyo and Susan-ri tomb. The outcome of this work has been published on its website: https://www.nahf.or.kr/gnb07/snb09_03.do.

² The project team was supervised by Kwang Eui Ko, Ph.D. from the Northeast Asian History Foundation, and it consisted of historians, archeologists and art historians, including Yong Suh, a painter as well as a professor at Dongduk Women's University, Bit Shin, a cultural heritage photographer, Kwonwoong Lim, Ph.D., the Director Joongang Conservation Center for Cultural Heritage, Sungyun Jung, a researcher, Jikio Kim, the Director of Technology Research Institute for Culture and Heritage (TRICH), and Jin-Ho Park, a researcher from the Korea Culture Technology Institute. The research team consulted with local experts such as Samaridin Mustafkulov (Director of the Afrasiab Museum), and Marina Reutova (Head of the Department of Chemical-Technological Research and Restoration at the Institute of Archeology of the Academy of Sciences, Republic of Uzbekistan).

³ The copy was on display in the exhibition 'The Ancient Culture of Uzbekistan - the Intersection of Eastern and Western Civilizations' at the National Museum of Korea from 17 November 2009 to 26 September 2010. The Museum returned the copy to the Institute of Archeology of the Academy of Sciences, the Republic of Uzbekistan after a conservation treatment through a traditional backing technique, as it was itself already old and partially damaged.

⁴ Marina Reutova, the Head of the Department of Chemical-Technological Research and Restoration at the Institute for Archeological Research of the Academy of Sciences, the Republic of Uzbekistan, reported of the conservation treatment that, as the Afrasiab mural had been seriously damaged before its discovery in 1965, the authorities administered three consolidation treatments consisting of the application of

реставрации Института археологических исследований Академии Наук Республики Узбекистан).

³ Копия демонстрировалась на выставке «Древняя культура Узбекистана – пересечение восточных и западных цивилизаций» в Национальном Музее Кореи с 17 ноября 2009 г. по 26 сентября 2010 г. Музей вернул копию в Институт археологических исследований АН РУз после консервационной обработки посредством традиционной технологии замены основы, которая к тому времени была уже старой и частично поврежденной.

⁴ Марина Реутова, начальник отдела химическо-технологических исследований и реставрации Института археологических исследований АН РУз, сообщила, что, т.к. Афрасиабская фреска была серьезно повреждена до ее вскрытия в 1965 г., то были проведены три обработки по укреплению части стен и пигментных слоев 15% раствором поли-бутилметакрилата в ксилоле и последующая обработка обратной стороны на пигментных слоях 15% раствором поли-бутилацетата в ацетоне.

⁵ Копия 1965 г. оказалась не без дефектов. Профессор Су прокомментировал это: «Кажется, что советские художники скопировали только формы и цвета на поверхности, так как они не вполне представляли себе линейный рисунок Востока».

⁶ Восстановление образа зданий, включающих 7-й Афрасиабский дворец, основывалось на реставрационных чертежах Пенджикента Согдийской эпохи, тогда как виды колонн и потолков были восстановлены с отсылкой к зданиям, существующих сейчас в районе Пенджикента. При создании трехмерного изображения мы консультировались с директором Музея Афрасиаб Самаридином Мустафакуловым, Мариной Реутовой из Института Археологии АН РУ и Юрием Каревым, Ph.D., специалистом по историческим остаткам Пенджикента из Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) во Франции.

⁷ 新唐書 列傳 第一百四十六下 西域 下 “城左有重樓”

⁸ Условно - это были единственные высококвалифицированные люди в мире искусства, такие, как профессиональные художники, которые копировали оригинальные произведения искусств. Учитывая тот факт, что первоочередная задача копирования - это представить оригиналы «как они есть», все же ясно, что цифровые технологии нашего времени более эффективны. Таким образом, мы можем представить себе новый жанр – цифровую копию, когда мы заменяем традиционную концепцию копии.

Вебсайт по настенной живописи Афрасиаба

- <http://contents.nahf.or.kr/goguryeo/afrosiab/>

Видеогид по настенной живописи Афрасиаба

- на английском: <https://youtu.be/HuuHrNQugt4>

- на корейском: <https://youtu.be/6vYtY6hQPc>

a 15% solution of poly-butyl methacrylate in xylene on parts of the walls and pigment layers, and then carried out another surface consolidation treatment on the pigment layers by applying a 15% solution of poly-butyl acetate in acetone.

⁵ The 1965 copy is not without faults. Professor Suh comments that 'the Soviet painters seem to have copied only the forms and colors shown on the surface, as they lacked proper understanding of oriental line drawings.'

⁶ The restoration of the buildings that used to comprise the 7th Afrasiab Palace was based on the restored blueprints of the Sogdian-era Panjakent, while images of the pillars and ceilings were restored in reference to the buildings that currently exist in the Panjakent area. In producing the 3D image, we consulted Director of the Afrasiab Museum Samaridin Mustafkulov; Marina Reutova from the Institute of Archeology of the Academy of Sciences, the Republic of Uzbekistan; and Yury Karev, Ph.D., an expert in historic remains in Panjakent from the Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) in France.

⁷ 新唐書 列傳 第一百四十六下 西域 下 “城左有重樓”

⁸ It has conventionally been only highly skilled figures in the world of art, such as professional painters, who have copied original artworks. Considering the fact that the primary purpose of copying is to represent the originals “just as they appear,” however, it is clear that the digital technologies of our time are more effective. Thus, we can conceive of a new genre – the digital copy – as we supersede the traditional conception of the copy.

Website on the Afrasiab Wall Painting

- <http://contents.nahf.or.kr/goguryeo/afrosiab/>

Video Guide on the Afrasiab Wall Painting

- English: <https://youtu.be/HuuHrNQugt4>

- Korean: <https://youtu.be/6vYtY6hQPc>