

**Т. И. Анисимова**

## Опыт реставрации руинированной живописи в Новгороде: определение параметров фрагментов росписи для внедрения в систему распознавания стыка

В Новгороде с первых веков его существования строились каменные храмы, стены которых украшались настенной живописью. Здания по разным причинам разрушались, а вместе с ними гибли росписи. Это происходило во все времена, так, живопись начала XII в. церкви Благовещения на Городище погибла в 1342 г. в процессе разборки древнего храма, росписи второй четверти XII в. из Георгиевского собора Юрьева монастыря были сбиты в 1820 г.

В годы Второй мировой войны Новгород в течение 900 дней подвергался массированному артиллерийскому обстрелу и практически полностью был разрушен. Превратились в руины находившиеся на линии фронта храмы с живописью XII–XIV вв.: церковь Спаса на Нередице, Николы на Липне, церковь Успения на Волотовом поле, Благовещения на Городище, церковь Михаила Архангела на Сквородке, Спаса Преображения на Ковалево. Всемирно известные новгородские настенные росписи, осыпавшиеся со стен и разбившиеся на множество мелких кусков, оказались погребенными под развалинами этих храмов.

Сразу после освобождения Новгорода началось восстановление разрушенных архитектурных памятников, при разборке завалов попадались фрагменты живописи, их собирали и передавали в фонды Новгородского музея-заповедника.

С середины 1960-х гг. в Новгороде впервые начались работы по реставрации руинированной живописи разрушенных памятников. Тогда их возглавил Александр Петрович Греков, показав на практике, что и такие, казалось бы, безвозвратно утраченные памятники подлежат реставрации. На сегодняшний день три замечательных живописных ансамбля XII в. — церкви Спаса на Нередице, Георгиевского собора Юрьева монастыря, церкви Благовещения на Городище и четыре памятника XIV в. — Спаса на Ковалево, Успения на Волотовом поле, Спаса на Ильине и частично Михаила Архангела на Сквородке, в фрагментарном состоянии находятся в реставрационных мастерских Новгородского музея заповедника, где с этими памятниками работают реставраторы.

В последние годы археологи, работающие в Новгороде, активно пополняют коллекцию Новгородского музея образцами настенных росписей XII–XV вв. и на сегодняшний день наш музей является обладателем богатейшей в мире коллекции образцов средневековых настенных росписей.

Наиболее трудоемкий процесс реставрации руинированной живописи — это поиск стыкующихся между собой фрагментов из огромного количества — от 170 тыс., как на Городище, и до 1750 тыс., как на Волотово — нужно найти и соединить друг с другом кусочки штукатурки, которые некогда были одним целым. Этот процесс выполняется вручную. Помимо колоссальных временных затрат, недостатком метода ручной подборки является то, что фрагменты постоянно подвергаются механическому воздействию. Каждая попытка состыковать два фрагмента путем прикладывания одного к другому ведет к постепенному «затиранию» рельефа боковых граней штукатурного основания — а это главный критерий подлинности стыка. Возможно, более эффективным способом работы с живописью на фрагментах могло бы быть применение современной техники.

Реставрация руинированной живописи ведется и в других музеях, и не только нашей страны. В Италии Пизанский некрополь сильно пострадал во время Второй мировой войны. Пожар, возникший от артиллерийского обстрела Пизы американскими войсками, уничтожил большую часть знаменитого фрескового ансамбля Кампосанто. Реставраторам удалось собрать по кусочкам несколько композиций, среди них и самая знаменитая — «Триумф смерти», которая датируется серединой XIV в.

В 1944 г. церковь Эремитани в Падуе сильно пострадала при бомбардировке в ходе северо-итальянской операции союзников. Капелла Оветари была разрушена прямым попаданием авиабомбы. Фрески Андреа Мантеньи, выполненные в 1449–1455 гг., почти полностью были утрачены. Итальянские реставраторы при подборке фрагментов живописи Мантеньи использовали шаблон. Этот метод был разработан в университете Падуи отделением физики имени Галилео Галилея и предполагал компьютерную ориентацию крупного фрагмента с отчетливым рисунком относительно полноцветной копии восстанавливаемой композиции. Все фрагменты были сфотографированы и перенесены на CD

в виде цифровых цветных снимков для использования при виртуальной реконструкции. Работы были начаты октябре 2001 и закончены в декабре 2004 г.<sup>1</sup>

Землетрясение, случившееся в сентябре 1997 г., серьезно повредило базилику святого Франциска в городе Ассизи со знаменитыми фресками Джотто и его учеников, XIII–XIV вв. В результате подземных толчков древние фрески, украшавшие стены и потолки базилики, разлетелись на десятки тысяч мелких кусочков. Практически сразу приступили к восстановительным работам. Каждый из 80 тыс. фрагментов живописи, извлеченный из завала, был снят цифровой фотокамерой. С помощью специальной компьютерной программы изображение фрагментов фресок накладывалось на фотографию на экране компьютера (к счастью, незадолго до разрушения сводов базилики была проведена крупноформатная цветная фотосъемка фресок). К ноябрю 1999 г. были отреставрированы первые два изображения святых. Реставрационные работы в главном храме ордена францисканцев были завершены спустя 12 лет после землетрясения.

Первая разработка компьютерной технологии подбора стыкующихся фрагментов для новгородских памятников была предпринята еще в 1991 г. энтузиастами математиками-программистами А. В. Зотовым, И. А. Пашковым, В. П. Поневажем и П. Ф. Чумаковым<sup>2</sup>. Когда-то, в 1970-е гг., будучи студентами Московского института электронного машиностроения, Александр Зотов и Иван Пашков в летние каникулы работали в мастерской А. П. Грекова, поэтому были хорошо знакомы с особенностями работы художников-реставраторов.

Для поиска стыков использовалась группа из 14 фрагментов фресок Феофана Грека из церкви Спаса Преображения на Ильине улице<sup>3</sup>. Изображения фрагментов считывались при помощи черно-белой видеокамеры с разрешением 600 на 800 линий, и были получены определенные результаты: программный комплекс позволял найти стык двух фрагментов. Экспериментальная проверка показала, что найденный компьютером стык является истинным. На этом этапе работы были получены обнадеживающие результаты, однако для выявления стыка требовалась ручная проверка. Работа над программой была приостановлена и возобновлена только в 2002 г. Разработчикам удалось повторить полученные ранее результаты уже на более современных машинах. За прошедшие 10 лет прогресс вычислительной техники и средств ввода оптической информации в компьютер дали возможность внести существенные изменения в аппаратное и программное обеспечение, позволили эффективнее использовать ресурсы компьютеров при обработке и хранении больших объемов информации об изображениях. В новой версии программы в качестве устройств ввода оптической информации использовался сканер с дополнительной осветительной лампой, благодаря которой изломанный край фрагмента штукатурки с живописью выглядел как ярко-белый, а поверхность с красочным слоем заметно темнее. Недостатком использования сканера была низкая скорость считывания информации: сканирование одного фрагмента занимает около одной минуты.

Существенным отличием новой программной разработки от предыдущей (начала 1990-х гг.) является использование базы данных, в которую включены ссылки на расположение файлов с информацией о контурах фрагментов, направлении мазка кисти художника, распределение цвета по поверхности, а также результаты проведенных расчетов по стыку фрагментов. Хранение изображений в электронном виде позволяло стыковать фрагменты бесконтактно, не разрушая изломы боковых граней.

Основной сложностью при работе с живописью является гигантское число вариантов соединений фрагментов. Так, компьютер<sup>4</sup>, проанализировав за 5 минут 189 фрагментов, предложил 18 лучших стыков, при этом всего было найдено и зарегистрировано в базе данных 13 тыс. вариантов стыков. Это обстоятельство заставило изыскивать ресурсы по уменьшению числа анализируемых вариантов. Решению задачи по уменьшению объема вычислительной работы и снижению вероятности появления ложного стыка послужил предварительный отсев по цвету и направлению мазка кисти.

В процессе поиска стыка выявилось несколько основных этапов. После получения базы данных начинался процесс формирования контура красочного слоя фрагмента и внешнего (габаритного) контура. Для каждого фрагмента живописи составлялся список кандидатов на поиск стыка, при этом автоматически исключались неподходящие друг другу по цвету и направлению мазка фрагменты, тем самым сокращалось время обработки. Результаты тестирования данного критерия на фрагментах показали, что отсев ложных стыков составил  $\approx 70\%$ . После того как программа отсекала заведомо ложные стыки, начиналась геометрическая стыковка. Ее назначение — найти такое положение фрагментов, при которых их контуры совпадают друг с другом с наивысшей точностью при наибольшей длине линии стыка. На последнем этапе компьютер анализировал результаты и выдавал определенный набор совпавших пар. Это не означает, что все пары в действительности стыкуются, однако оператору остается проверить на стыковку не 20 тыс. вариантов (для 200 фрагментов), а всего 200–300.

Затем разработчики программы внесли еще ряд изменений в работу оператора, после чего цифровое изображение фрагментов передавалось в компьютерную базу данных с помощью фотокамеры Canon EOS 300D, что втрое уменьшило время ввода; появилась возможность в любой момент редактировать контур, убирать линию мазка или передвигать ее на другой участок фрагмента; были добавлены функции увеличения изображения фрагмента на мониторе и «возврат действия», сократившие время редактирования контура. Полученный программный продукт начал работать с фрагментами в пределах одного планшета, но реставраторы по-настоящему так и не смогли воспользоваться этой разработкой, так как к 2005 г. мы уже обработали большинство планшетов с фрагментами вручную и перешли к подборке их в композиции.

Прошло 20 лет и все эти годы нам задают вопросы: а нельзя ли к вашей работе применить компьютерные технологии, а существуют ли... В очередной раз

этот вопрос нам задал академик Владислав Яковлевич Панченко, побывавший в нашей мастерской. Он упомянул программу распознавания лиц, растений, текста, сообщив, что сейчас технологии таковы, что все, чем обладает человек, может воспроизвести машина, кроме запахов, и предложил задать параметры, на которые ориентируются художники-реставраторы при поиске стыкующихся фрагментов.

При отборе подходящих друг к другу фрагментов реставраторы принимают во внимание следующие признаки: цвет и рисунок изображения (если его можно разобрать); конфигурация слома; направление мазка кисти художника; фактура красочного слоя; повреждения красочной поверхности — потертости, царапины, выбоины, осыпи; позднейшие наслоения на красочном слое — записи, побелки; характерные поверхностные загрязнения, следы от плесени. Особую роль играет вид известковой штукатурки: ее толщина, цвет, фактура, различные вкрапления — уголь, пенька, древесные частицы. Критерием совместимости фрагментов для реставратора является наличие стыкующихся боковых плоскостей — рельеф и контррельеф.

Возможно, вновь появятся энтузиасты, которых заинтересует разработка программы распознавания стыков для художников-реставраторов.

<sup>1</sup> Mosca N., Attolico G., Distantе A. A digital system for aided virtual recomposition of fragmented frescos. // The reality of utopia. Assisi, Sacro Convento of St. Francis Sala Romanica — 26 September 2001. Assisi, 2001. P. 12–13.

<sup>2</sup> Анисимова Т. И. Использование новых технологий при реставрации руинированной живописи. Церковь Успения на Волотовом поле под Новгородом // Новгород и новгородская земля. Искусство и реставрация. 2005. Вып. 1. С. 279–291.

<sup>3</sup> Фрагменты живописи Феофана Грека были извлечены в 1969 г. М. В. Каргером из подсыпки пола во время археологических раскопок алтарной части церкви Спаса Преображения на Ильине улице.

<sup>4</sup> В эксперименте использовался персональный компьютер с процессором Pentium-IV 3 ГГц и объемом оперативной памяти 256 Мб.

#### References

Mosca N., Attolico G., Distantе A. A digital system for aided virtual recomposition of fragmented frescos // The reality of utopia. Assisi, Sacro Convento of St. Francis Sala Romanica — 26 September 2001. Assisi, 2001. P. 12–13.

Anisimova T. I. Ispol'zovaniye novykh tekhnologiy pri restavratsii ruinirovannoy zhivopisi. Tserkov' Uspeniya na Volotovom pole pod Novgorodom [The use of new technologies in the restoration of ruined paintings. Church of the Assumption on Volotovo field near Novgorod] // Novgorod i novgorodskaya zemlya. Iskustvo i restavratsiya [Novgorod and the Novgorod land. Art and restoration. In Russ.]. 2005. Vyp. 1. P. 279–291.

## ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

**Т. И. Анисимова. Опыт реставрации руинированной живописи в Новгороде: определение параметров фрагментов росписи для внедрения в систему распознавания стыка // Петербургский исторический журнал. 2024. № 1. С. 126–131**

*Аннотация:* Статья посвящена возможности применения современных компьютерных технологий при реставрации руинированной живописи. В Новгороде с первых веков его существования возводились каменные храмы, стены которых украшались настенной живописью. Церкви во все времена по разным причинам разрушались, а вместе с ними гибли росписи. Новгородский музей-заповедник является обладателем богатейшей в мире коллекции образцов древнерусских настенных росписей. С середины 1960-х гг. в Новгороде ведутся работы по реставрации руинированной живописи из разрушенных памятников. Наиболее трудоемкий процесс этой работы — подборка, когда из огромного количества кусочков штукатурки с красочным слоем нужно найти стыкующиеся между собой фрагменты. Попытка разработать компьютерную программу подбора стыкующихся фрагментов живописи была предпринята в Новгороде еще в 1991 г. Прошло 20 лет, а вопрос создания компьютерной программы остается открытым. Возможно, молодые специалисты, применив систему распознавания лиц с учетом параметров, которые художники-реставраторы используют при поиске стыкующихся фрагментов, разработают компьютерную технологию распознавания стыков для памятников древнерусской монументальной живописи.

*Ключевые слова:* руинированная живопись, Новгород, реставрация, подборка фрагментов, компьютерные технологии, распознавание лиц.

## FOR CITATION

**T. I. Anisimova. Experience of restoration of ruined paintings in Novgorod: determination of parameters of fragments of paintings for implementation in the recognition system of the junction // Petersburg historical journal, no. 1, 2024, pp. 126–131**

*Abstract:* The article is devoted to the possibility of using modern computer technologies in the restoration of ruined paintings. Since the first centuries of Novgorod's existence stone temples were erected, the walls of which were decorated with wall paintings. The churches at all times were destroyed for various reasons, and together with them the paintings perished. The Novgorod Museum-Reserve is the owner of the world's richest collection of samples of Old Russian wall paintings. Since the middle of the 1960s in Novgorod works on restoration of ruined paintings from destroyed monuments have been carried out. The most labor-intensive process of this work is the selection, when from a huge number of pieces of plaster with a colorful layer it is necessary to find the fragments that fit together. An attempt to develop a computer program for selecting interlocking fragments of painting was made in Novgorod in 1991. 20 years have passed, and the question of creating a computer program remains open. It is possible that young specialists, having applied a system of face recognition taking into account the parameters that artists-restorers use when searching for joining fragments, will develop a computer technology for recognizing joints for monuments of Old Russian monumental painting.

*Key words:* Novgorod, restoration, selection of fragments, computer technologies, face recognition.

*Автор:* Анисимова, Тамара Ивановна — художник-реставратор высшей категории, Центр реставрации монументальной живописи Новгородского государственного музея-заповедника.

*Author:* Anisimova, Tamara — artist-restorer of the highest category, Centre for Restoration of Monumental Paintings of the Novgorod State Museum-Reserve.

*E-mail:* freska53@yandex.ru