

Разработка методики реставрации эстампажей.

Чернова Н.В. – старший научный сотрудник, художник-реставратор высшей категории архивных и библиотечных материалов (фотографии, книги-переплёты)

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Архив Российской академии наук Санкт-Петербургский филиал (СПбФ АРАН)

Цель методики: восполнение разрывов и утраченных фрагментов бумажной основы документа – эстампажа методом доливки бумажной массой ручным способом на впитывающей поверхности (пористый материал, впитывающий воду). Методика не требует больших материальных вложений для своего осуществления, и, кроме того, позволяет вернуть эстампажу прежний объём рельефа.

Требования к данной методике: после реставрационных мероприятий ни бумажная основа документа, ни рельеф букв на эстампаже, включая их размеры, не должны быть изменены. Подтверждением этому является фотодокументация с масштабной линейкой на миллиметровке.

История: коллекция эстампажей поступила в Архив РАН (теперь СПбФ АРАН) в 1930 г. из расформированной после смерти Ф.И. Успенского Византийской комиссии, куда они были переданы после возвращения имущества Русского археологического института из Стамбула вместе с другими научными материалами РАИК. В коллекцию входят эстампажи и прорисовки надписей и эстампажи икон и элементов архитектурного декора, датирующиеся с I в. до н.э. по 1342 г. на греческом, латинском и арабском языках. В 1934 г. Н.П.Тихоновым, специалистом в области археологической и фотографической технологии, была создана Лаборатория консервации и реставрации документов. Так как Н.П.Тихонов уже продолжительное время был сотрудником Института Материальной Культуры, первое время Лаборатория территориально находилась на территории ИИТ ГАИМК, где с 1931 г. находилось более 4500 эстампажей, переданных в ГАИМК из ЛИФЛИ.

С самого начала проблему сохранности документов решали двумя путями: исследовательским и практическим. Как показал опыт, путь сочетания научно-прикладных разработок и практической реставрации оказался жизненным и плодотворным. С одной стороны, ставили и решали теоретические вопросы, рождаемые всей практикой хранения документов, а с другой, благодаря научно обоснованным технологическим приёмам консервации и реставрации, спасали и возвращали в научный оборот документы бесценных фондов научных учреждений, в первую очередь академических. Очевидно, что сотрудники лаборатории стремились выработать методики хранения и реставрации эстампажей. Об этом свидетельствует, в частности, заказанный Н.П. Тихоновым перевод американской статьи: «Химическое сохранение эстампажей» [2]. Он был заказан Н.П. Тихоновым в сороковые годы и сохранился в имеющейся в лаборатории библиотеке книг и переводов статей из иностранных журналов по хранению и реставрационной тематике. К сожалению, после гибели её директора Н.П.Тихонова во время блокады Ленинграда, работа Лаборатории была приостановлена. После войны лабораторию восстановили на территории БАН. Работа же по реставрации и выработке методики хранения эстампажей возобновилась только спустя более чем полвека.

В настоящее время в СПбФ АРАН были атрибутированы и описаны Натальей Андреевной Павличенко около семидесяти бумажных эстампажей. Этот вид копирования надписей активно применяется всеми учеными, изучающими различные надписи – как античные, так и древнерусские и восточные, так как эстампажи не только сохраняют буквы, вырезанные на камне, но и точно воспроизводят размер, контуры и расположение этих надписей. Как правило, эстампажи снимаются в момент находки надписи, и, поэтому, отражают наилучшую степень ее сохранности. Наряду с фотографиями они являются необходимым пособием для проведения исследований в эпиграфических изысканиях.

В связи со спецификой изготовления эстампажей структура бумаги меняется, некоторые из оттисков имеют разрывы на краях букв, возникшие при изготовлении. В результате длительного хранения такого рода эстампажи разрушаются ещё больше: разрывы на бумаге увеличиваются и возникают утраты основы и букв. Также снижается механическая прочность материала. По этой причине рельеф букв уменьшается, а тонкие детали или даже хорошо видимый текст могут стереться, также появляются изломы по сгибам. Крупноформатные эстампажи в процессе бытования рвутся и ветшают [2]. Некоторые эстампажи требуют реставрации, так как их невозможно прочитать из-за того, что они помяты и бумага ветхая.

Оборудование:

1. Пористый материал, впитывающий воду, либо кювета с сетчатой (перфорированной) крышкой;
2. Специализированный измельчитель бумаги (для изготовления бумажной массы), или миксер с хорошей мощностью;
3. Пипетки разного объёма или спринцовки;
4. Химическая посуда (мерные стаканы и колбы) для приготовления растворов;
5. Весы и разновесы;
6. Электроплита или микроволновая СВЧ-печь для приготовления клея;
7. Два листа синтетического материала, который должен пропускать воду и не прилипать к эстампажу, но при этом не образовывать фактуры на долитем участке и самом листе. Он используется в качестве подложки под реставрируемый объект во время доливки, позволяя доливочной бумажной массе задерживаться на уровне листа. Это может быть нетканый материал, такой как флизелин, тонкая капроновая ткань без ярко выраженной фактуры, либо полиэфирный нетканый материал Lascaux Hollytex 3257, плотностью 34 г/м², применяемый реставраторами.
8. Для изготовления бумажной массы (водной пульпы) могут быть использованы обрывки старой тряпичной бумаги или современная 100% хлопковая бумага (Canson, пр-во Франция и др.). Необходимо отметить, что по цвету тряпичная масса должна отличаться от цвета бумажной основы эстампажа, то есть должна быть светлее.

Процесс восстановления целостности эстампажей методом доливки бумажной массой ручным способом состоит из 2-х этапов: подготовительный период – это подготовка рабочей поверхности, изготовление бумажной массы, растворов метилцеллюлозы и клея из пшеничного крахмала; и самого процесса восполнения разрывов и утрат.

Технологическая карта – алгоритм (последовательность совершения действий при выполнении работ).

Инструкция:

1. Изготовление бумажной массы.

Изготовление бумажной массы производится следующим образом: готовая, высушенная тряпичная масса или бумага из тряпичного волокна, изначально рвётся руками на мелкие кусочки, потом помещается в емкость и заливается (для замачивания) дистиллированной водой. Готовят два раствора в соотношении:

2 г бумажной массы на 100 мл дистиллированной воды;

1,5 г длинноволокнистой бумажной массы на 100 мл дистил. воды.

По истечении 3-х суток, бумажная масса разбивается в специальном измельчителе для бумаги до тех пор, пока измельченные волокна бумаги не осядут на дно. Такое разделение водной пульпы свидетельствует о готовности бумажной массы для доливки.

Для реставрации эстампажей используется тряпичная бумажная масса, смешанная в соотношении:

1 г отжатой, коротковолокнистой, бумажной массы

0,2 г отжатой, длинноволокнистой, бумажной массы

200 мл дистиллированной воды

Так как длинноволокнистая бумажная масса имеет свойство собираться в комок (хлопьеобразование), раствор бумажной массы нужно постоянно взбалтывать.

Бумажная масса специально не прокрашивается для того, чтобы исследователи, которые в дальнейшем будут пользоваться отреставрированным эстампажем, могли видеть реставрацию отличить отреставрированные части эстампажа.

Расчёт количества бумажной массы, необходимой для восполнения утрат на эстампаже, ведётся по соотношению толщины доливаемого документа и пробной отливки из бумажной массы, приготовленной для долива [5],

$h_{отл.}$ соответствует $V_{отл.}$ бумажной массы,

$h_{док.}$ соответствует $V_{док.}$ бумажной массы,

где: $h_{отл.}$ – толщина пробной отливки, мм;

$h_{док.}$ – толщина доливаемого документа, мм;

$V_{отл.}$ – количество бумажной массы, израсходованное для отлива пробной отливки площадью 100 см^2 , мл;

$V_{док.}$ – количество бумажной массы, необходимое для долива утраты документа площадью 100 см^2 , мл;

Пропорция:

$$\frac{h_{отл.}}{h_{док.}} = \frac{V_{отл.}}{V_{док.}} \quad (1)$$

\Rightarrow

$$V_{док.} = \frac{V_{отл.} \times h_{док.}}{h_{отл.}} \quad (2)$$

Необходимое количество бумажной массы в соответствии с площадью утраты рассчитывается из следующей пропорции:

$V_{\text{док.}}$ бумажной массы соответствует 100 см^2 ,

$V_{\text{утр.}}$ бумажной массы соответствует $S_{\text{утр.}}$,

Где $V_{\text{док.}}$ - количество бумажной массы, необходимое, для долива утраты документа площадью 100 см^2 , мл; вычисленное по формуле (2)

$V_{\text{утр.}}$ - количество бумажной массы, необходимое, для долива утраты документа реального размера, мл;

$S_{\text{утр.}}$ – площадь реальной утраты, см^2 ;

Пропорция аналогичная первой (1):

$$\frac{V_{\text{утр.}}}{V_{\text{док.}}} = \frac{S_{\text{утр.}}}{100} \quad (3) \quad \Rightarrow \quad V_{\text{утр.}} = \frac{V_{\text{док.}} \times S_{\text{утр.}}}{100} \quad (4)$$

Для удобства расчёта количества бумажной массы при доливе большого количества утрат разной площади можно составить следующую таблицу, рассчитанную по формуле (4) [5].

$S_{\text{утр.}} (\text{см}^2)$	100	1	2	3	4	5	и т.д.
$V_{\text{утр.}} (\text{мл})$	формула						

2. Приготовление укрепляющего раствора метилцеллюлозы:

От 2 г до 8 г метилцеллюлозы и 1000 мл дистиллированной воды (нагретой до 45°C) смешиваем и помещаем в холодильник, происходит быстрое набухания метилцеллюлозы и получаем 0,2 % - 0,8 % раствор. В зависимости от ветхости бумаги – основы документа эстампажа выбирается концентрация раствора метилцеллюлозы.

3. Обеспыливание эстампажа мягкой кистью, без удаления частичек камня, с которого был он сделан.

4. Промывание эстампажей в воде и укрепление бумажной основы. Эстампажи на листе полиэфирного нетканого материала Lascaux Hollytex или на сетке промывают в кювете с водой столько времени, сколько нужно для его очищения и нормализации pH водной вытяжки (если значение pH отклонено от нормы). Размер подложки должен превышать размер реставрируемого документа.

5. В том случае если эстампаж на рыхлой, осыпающейся бумаге типа «фильтровальной», то после промывки следует укрепить бумагу в слабом растворе метилцеллюлозы.

6. Восполнение разрывов и утрат бумажной массой.

Доливку следует осуществлять с лицевой стороны документа, так как обратная – это рабочая сторона, которую использует эпиграфист. Эстампаж на листе полиэфирного нетканого материала Lascaux Hollytex помещают на впитывающую поверхность и с помощью спринцовки (пипетки) заполняют волокнами бумаги утраты и разрывы. Для этих целей можно ещё приспособить флакон из прозрачного полиэтилена с небольшим отверстием в крышке, через которое при нажатии будет вытекать бумажная масса.

Восполнение утраченных фрагментов листа производится путем выливания бумажной массы спринцовкой или пипеткой непосредственно на лист по месту утраты. После того как влага максимально уйдёт с поверхности эстампажа, его на сетке перекалывают на подушку из фильтровальной бумаги для дальнейшего высушивания. Излишняя влага сорбируется фильтровальной бумагой, которая заменяется по мере намокания. Далее документ нужно положить между листами фильтровальной бумаги для стабилизации.

В случае использования способа доливки бумажной массой возможно не только восполнение утраченных частей листа, но и заполнение разрывов, укрепление изломов и обветшавших краёв листа, а также фрагментарное укрепление самой основы документа с лицевой стороны на участках, подвергшихся деструкции в результате различного рода физико-химических и биологических воздействий. Восполненные бумажной массой участки основы прочно соединяются с реставрируемым документом, а граница соединения должна быть видна.

Однако необходимо иметь в виду, что данный способ используется для документов, устойчивых к водным обработкам [6].

Исследования

Как известно, для того, чтобы сделать эстампаж, на поверхность надписи помещают мокрую бумагу и с сильным механическим усилием с помощью щетки «вбивают» ее в камень. Затем, после того, как происходит высушивание под солнцем, готовый эстампаж буквально «соскакивает» с памятника.

В среде реставраторов архивных и библиотечных материалов есть понятие «память бумаги». Это явление заключается в том, что если лист бумаги имеет складку, то после водной обработки складка сохраняется и не всегда от неё можно избавиться, даже методом прессования влажной бумаги. Когда же речь идёт об эстампаже, то, после того как мокрая бумага была вбита в поверхность камня со значительным механическим усилием, в эстампажном листе происходят структурные изменения, и образуется своего рода «память», «закреплённая» ярким солнцем.

Можно было предположить, что, так как при увлажнении бумаги в процессе изготовления эстампажа бумага дала усадку, то при его вторичном увлажнении размеры бумажного листа не изменятся.

Для проведения лабораторных исследований был взят лист современной эстампажной бумаги европейского производства (478 x 320 мм) и современные эстампажи. В эстампажной бумаге измеряли расстояние между понтюзо (26 мм) и считали количество вержеров 9 на 10 мм. Один из образцов эстампажной бумаги с водяным знаком месяца, понтюзо (по вертикали) и вержеры (по горизонтали) (Рис. 1). Затем ее промывали в воде, высушивали и измеряли (474 x 318,5 мм), то есть в долевом направлении бумага после первой промывки дала усадку 1,5 мм, в поперечном 4 мм. Следовательно, расстояние между понтюзо было 26 мм, а изменилось на 0,15 мм, а количество вержеров 9 на 10 мм - осталось тем же. После второй промывки размеры бумаги не изменились. Таким образом, данные исследования подтверждают принцип усадки: после первого промывания в воде хлопчатобумажный материал даёт усадку, а при дальнейших промывках материал не изменяется. Измерение букв и размеров современных эстампажей до и после промывки показало, что никакие параметры не изменились (Рис. 2, Лицевая и обратная сторона до и после реставрации). Данные опытов показывают, что при реставрации эстампажей не исключено применение водных растворов. Следующий этап опытной реставрации это фрагмента эстампажа, выполненного более 100 лет назад не поддающегося чтению и атрибуции. Реставрация этого фрагмента подтвердила ранее проведенные исследования (Рис. 3. Лицевая и обратная сторона до и после реставрации).

В связи с тем, что эстампаж является документом, имеющим рельефное изображение, самый щадящий метод реставрации восполнение утрат и разрывов - это ручная доливка на впитывающей поверхности [3]. Эстампажи, сделанные на бумаге типа «фильтровальной», в процессе своей жизнедеятельности ветшают, теряют рельефность, а после реставрационных мероприятий структура бумаги укрепляется, и рельеф становится более чётким.

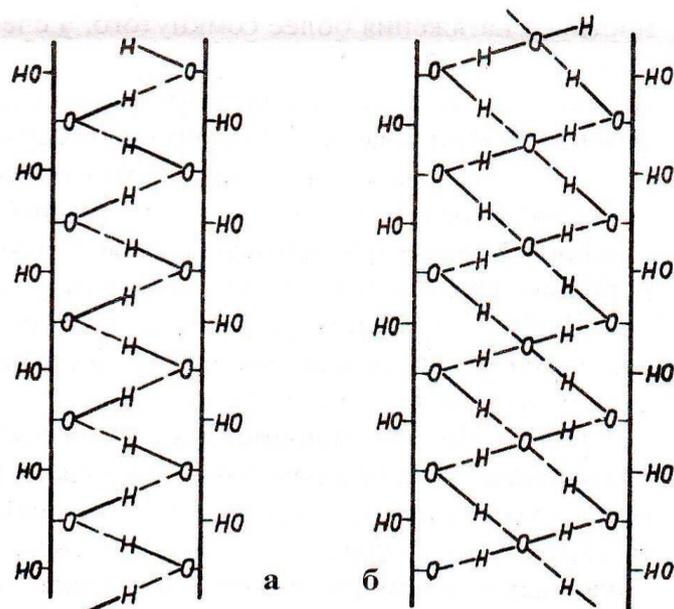


Рис. 1. Схема мостиковых связей между параллельными целлюлозными цепями:

а – параллельные целлюлозные цепи, соединенные боковой связью через водородные мостики в сухих волокнах;

б – параллельные целлюлозные цепи, соединенные молекулами воды через водяные мостики во влажной бумаге

При увлажнении сухой бумаги вода проникает в поры листа, раздвигает волокна, вызывает их набухание. При этом рвутся прочные водородные мостики (1а) и волокна оказываются связанными непрочными водяными мостиками (1б) (Рис. 4). К тому же вода, как смазка, уменьшает взаимное трение волокон, что также приводит к снижению механической прочности бумаги в результате её увлажнения. Силы поверхностного натяжения воды в капиллярах бумажного листа сдвигают и сближают между собой тонкие фибриллы. Этим в первую очередь и объясняется повышенная усадка и плотная структура бумаги, состоящей из фибриллированных (укороченных) волокон. Силы связи между волокнами характеризуются не только водородными связями. Проявляют своё действие и силы Ван-дер-Ваальса, возникающие на расстоянии 0,28-0,5 нм. Однако энергия этих сил связи значительно ниже энергии водородной связи и сами по себе они не могут обеспечить прочность бумаги. Определённую роль играют и чисто механические силы сцепления за счёт шероховатости сопряжённых поверхностей (силы трения). Эти силы имеют доминирующее значение у волокон хлопковой полумассы [3]. При изготовлении эстампажа бумага уже дает усадку. Структура вержированной эстампажной бумаги изменена за счёт сильного механического воздействия, поэтому, можно предположить, что при увлажнении такого эстампажа размер бумаги не изменится существенно, более чем на 1 мм.

Хранить эстампажи следует в горизонтальном положении в коробках с многоуровневой системой ярусов из картона, для каждого письменного памятника свой уровень, который вынимается вместе с ним. В дальнейшем эстампаж рассматривают и изучают на нём, а затем на нём же помещают в коробку для хранения.

Анализ сложности алгоритма - факторы, влияющие на проведения реставрационных работ:

К алгоритму решения задачи предъявляют два требования:

1. Данный метод является простым для понимания, отладки и сопровождения;
2. Метод также является эффективным в смысле затрат времени.

Какому из этих требований отдать предпочтение, определяется характером решаемой задачи.

При анализе с задачей связывают некоторое число, называемое размером задачи n , которое выражает меру сложности разрушений реставрируемых эстампажей и исходных данных. Время выполнения реставрации T зависит от n . Традиционно определяют время выполнения $T(n)$ в наихудшем случае как меру сложности алгоритма – это, так называемая, временная сложность.

Типы данных: на основании математических методов исследования асимптотических функций трудоемкости на бесконечности выделены пять классов алгоритмов [7].

Класс 0 – это класс быстрых алгоритмов с постоянным временем выполнения, их функция трудоемкости - константа. Мягкие эстампажи среднего размера на прочной бумаге, без утрат и разрывов, требующие только обеспыливания и промывания, для придания былой рельефности.

Класс 1 - Промежуточное состояние занимают алгоритмы со сложностью – логарифмический рост, которые также относят к данному классу. Мягкие эстампажи среднего размера, без утрат и разрывов, требующие только обеспыливания и промывания, для придания былой рельефности.

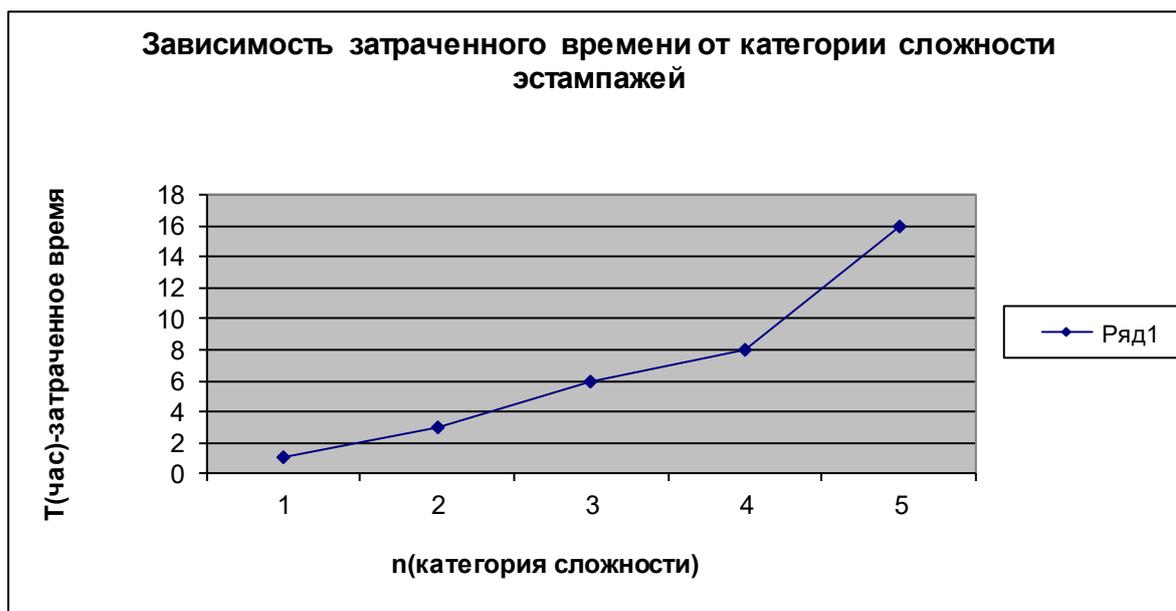
Класс 2 – это класс рациональных или полиномиальных алгоритмов – линейный рост, функция трудоемкости которых определяется полиномиально от входных параметров. Мягкие эстампажи среднего размера, имеющие небольшое количество разрывов (3%).

Класс 3 – это класс субэкспоненциальных алгоритмов со степенью трудоемкости квазилинейный рост. Мягкие эстампажи среднего размера, со средним количеством разрывов (50%).

Класс 4 – это класс собственно экспоненциальных алгоритмов со степенью трудоемкости – полиномиальный рост. Мягкие эстампажи среднего размера, имеющие большое количество разрывов и утрат, возможны незначительные биоповреждения.

Класс 5 – это класс собственно надэкспоненциальных алгоритмов (экспоненциальный рост). Существуют алгоритмы с факториальной трудоемкостью, но они в основном не имеют временного ограничения. Мягкие, многослойные эстампажи большого (необычного) размера, имеющие большое количество разрывов и утрат, ветхую бумажную основу, возможны значительные биоповреждения и пятна различного происхождения.

(Рис. 5)



Емкостная сложность алгоритма определяется как асимптотическая оценка функции алгоритма для худшего случая – высокая степень разрушения эстампажа. Таким образом, *ресурсная сложность алгоритма* в худшем, среднем и лучшем случаях определяется как упорядоченная пара классов функций временной и емкостной сложности, заданных асимптотическими обозначениями и соответствующих рассматриваемому случаю.

Анализ трудоёмкости алгоритмов – выбор алгоритма

Целью анализа трудоёмкости алгоритмов является нахождение оптимального алгоритма для решения данной задачи. В качестве критерия оптимальности алгоритма выбирается трудоёмкость алгоритма, понимаемая как количество элементарных операций, которые необходимо выполнить для решения задачи с помощью данного алгоритма. Функцией трудоёмкости называется отношение, связывающие входные данные алгоритма с количеством элементарных операций. Трудоёмкость алгоритмов по-разному зависит от входных данных. Для некоторых алгоритмов трудоёмкость зависит только от объёма данных, для других алгоритмов – от значений этих данных, в некоторых случаях порядок поступления данных может влиять на трудоёмкость. Трудоёмкость многих алгоритмов может в той или иной мере зависеть от всех перечисленных выше факторов. Одним из упрощённых видов анализа, используемых на практике, является асимптотический анализ алгоритма. Целью асимптотического анализа является сравнение затрат времени и других ресурсов различными алгоритмами, предназначенными для решения одной и той же задачи, при больших объёмах входных данных.

Знание асимптотики поведения функции трудоёмкости алгоритма – его сложности, даёт возможность делать прогнозы по выбору более рационального с точки зрения трудоёмкости алгоритма [7].

Литература

1. Шер Я.А. Петроглифы Средней и Центральной Азии. // М.: 1980. 328 с.
2. Earl R. Caley and B.D. Meritt. Chemical Preservation of Squeezes. Journal of Documentary Reproduction. Vol 3, 1940. № 3. С. 204-205.
3. Флят Д.М. Свойства бумаги. С-Пб., 1999, стр. 119-120.
4. Нан-Черунова И. Практическое занятие «Ручная доливка» / Российско-Нидерландский семинар реставраторов «Проблемы консервации библиотечных, архивных и музейных объектов на бумажной основе». Санкт-Петербург, 12-19 сентября 1994 г.
5. Илюхина А.И., Громова О.А., Халезова Е.М. Практическое занятие «Причины повреждений крупноформатных документов на тряпичной бумаге и восполнение утрат способом долива бумажной массы на столе низкого давления» / Международная научно-практическая конференция «Сохранение и использование памятников истории и культуры на бумажной основе». Санкт-Петербург, 19–23 мая 1997 г.
6. Шарапова И.С. Методика восстановления целостности документа методом доливки бумажной массой на столе с подсветом. ВГБИЛ / 1 Международная научно-практическая конференция: «Исследования, консервация и реставрация рукописных и печатных памятников Востока» 17–19 апреля 2007, М., «Рудомино» С. 257-259.
7. Кузюрин Н. Н., Фомин С. А. Эффективные алгоритмы и сложность вычислений 13 декабря 2016 г С. 360.