

**О ДАТИРОВКЕ РУКОПИСЕЙ Ф.М. ДОСТОЕВСКОГО НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ
СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЧЕРНИЛ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА¹**

© 2016 г. **К.А. Баршт**

Доктор филологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник ИРЛИ
(Пушкинский Дом) РАН. 199034, Санкт-Петербург, наб. адм. Макарова, 4,
konstantin_barsht@pushdom.ru

© 2016 г. **С.В. Березкина**

Доктор филологических наук, старший научный сотрудник ИРЛИ
(Пушкинский Дом) РАН. 199034, Санкт-Петербург, наб. адм. Макарова, 4,
s.berezkina@mail.ru

© 2016 г. **М.В. Волков**

Кандидат технических наук, доцент, Университет ИТМО, 197101,
Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49,
ph-m-volkov@ya.ru

© 2016 г. **И.П. Гуров**

Доктор технических наук, зав. кафедрой, Университет ИТМО,
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49,
gurov@mail.ifmo.ru

**DATING F. M. DOSTOEVSKY'S MANUSCRIPTS BY USE
OF SPECTROPHOTOMETRIC METHOD OF INK ANALYSIS
IN INFRARED LIGHT**

© 2016 **Konstantin A. Barsht**

Doctor of Philological Sciences, Leading Researcher at the Institute of Russian Literature
(the Pushkin House) of the RAS, *Makarov* Embankment 4, St. Petersburg, 195426, Russia,
konstantin_barsht@pushdom.ru

© 2016 **Svetlana V. Beryozkina**

Doctor of Philological Sciences, Senior Researcher at the Institute of Russian Literature
(the Pushkin House) of the RAS, *Makarov* Embankment 4, St. Petersburg, 195426, Russia,
s.berezkina@mail.ru

© 2016 **Mikhail V. Volkov**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the ITMO University,
49 Kronverkskiy Pr., St. Petersburg, 197101, Russia,
ph-m-volkov@ya.ru

© 2016 **Igor P. Gurov**

Doctor of Technical Sciences, Head of the Department at the ITMO University,
49 Kronverkskiy Pr., St. Petersburg, 197101, Russia,
gurov@mail.ifmo.ru

¹Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, номер проекта: 14-06-00183.

Рассматривается проблематика уточнения датировки рукописей методом спектрофотометрии в инфракрасном диапазоне и сопоставления спектров отражения чернил со спектрами, относящимися к рукописям с известной датировкой. Преимущество метода состоит в неразрушающем характере исследований, поскольку оптическое излучение малой интенсивности не оказывает влияния на свойства и состояние исследуемого образца материала. Результаты проведенных экспериментальных исследований показали возможность определения сходства и различия отдельных фрагментов рукописей Ф.М. Достоевского.

Problems of accurate manuscript dating by the spectrophotometry method in infrared range and of matching of reflectance spectra of ink with the ones related to handwritten materials with known dates are considered. The advantage of this method is in its non-destructive character due to optical radiation of small intensity, which does not alter properties and condition of the material under study. The conducted experiments proved useful in establishing similarity and distinctions of freestanding fragments of F.M. Dostoevsky's manuscripts.

Ключевые слова: рукописи Ф.М. Достоевского, датировка отдельных записей, оптическое излучение малой интенсивности, спектрофотометрическая текстология

Keywords: F. Dostoevsky's manuscripts, dating of scattered records, optical radiation at low intensity, spectrophotometric study of texts

I. Постановка задачи

Одна из основных проблем текстолога, равно как и любого исследователя, работающего с письменным документом, – его датировка, которая во многом определяет дальнейшую работу по научному описанию или текстологической обработке. Задача определения времени, когда возник тот или иной письменный текст, оказывается в равной степени необходимой и неразрешимой, если речь идет о записи или документе, лишенной даты и каких-либо иных сведений о времени его создания. С такого рода проблемой постоянно сталкиваются литературоведы, работающие над построением творческой истории художественного произведения или подготавливающие научное издание литературного памятника. Особенное значение этот вопрос приобретает в связи с изучением рукописного наследия Ф.М. Достоевского. Еще первые исследователи его “записных тетрадей”, в 1920-е гг., назвали рукопись Достоевского “сеткой из букв, строчек, которые переплетаются, запутываются”, но главная трудность состоит в том, что “то же самое и с порядком страниц” [1, с. 7]: писатель открывал тетрадь на любой странице и делал записи, которые не были связаны с теми, которые на этой странице уже находились ранее, “вдоль и поперек”, а иногда делал записи и вовсе “вверх ногами” [1, с. 6–7]. Кроме того, довольно часто писатель делал заметки и поправки, читая свои старые записи и в более поздние годы, и на странице, где уже были записи, появлялись новые. Все это затрудняет задачу построения творческой истории произведений писателя, серьезно усложняет работу исследователей его жизни и творчества. С одной стороны, когда и что именно записал Достоевский

в своей тетради имеет для историка литературы принципиальное значение, но с другой стороны – практически никаких данных о времени той или иной записи в “тетради” нет, и потому до сих пор приходится довольствоваться датировкой типа “1865–1866 гг.”.

В работе над восстановлением хронологического порядка этих записей принято опираться на логику творческого процесса писателя, семантику записей, сравнивая их со всем тем, что нам известно из других источников, – законченного текста произведения и его писем, в то время как более правильно было бы сначала выяснить, в каком порядке были сделаны записи, и лишь затем выстраивать наше представление о последовательности этапов в творческом процессе писателя и о том порядке, в каком совершались события его жизни. Ведь не только подготовительные материалы к написанию очередного романа, но и записи дневникового характера, цифровые подсчеты, рисунки могли бы сообщить нам о жизни и творчестве писателя много больше, если бы мы точно знали, когда именно они были сделаны. Такого рода объективную информацию может предоставить использование нового научного инструмента, основанного на сравнительном анализе спектральных характеристик чернил – метод спектрофотометрического анализа письменного текста.

Метод спектрофотометрии достаточно хорошо известен и широко применяется в астрономии, микробиологии, криминалистике, других областях науки и общественной практики. Новизна предлагаемой нами идеи заключается в том, что для идентификации и последующей точной

датировки рукописного документа применяется метод спектрографической паспортизации документа. Он становится применим в силу того, что орешковые чернила, как известно, изготавливались кустарным способом и небольшими партиями, отличаясь по химическому составу, что было выяснено при изучении этого вопроса². Важное преимущество метода спектрофотометрии состоит в неразрушающем характере исследований, поскольку оптическое излучение малой интенсивности не оказывает влияния на свойства и состояние исследуемого образца материала. Для определения спектрофотометрических свойств материал освещают оптическим излучением с заданным спектром и при помощи цифровой фотокамеры высокого разрешения регистрируют отраженное излучение, содержащее информацию о спектральных свойствах материала, т.е. о его химическом составе и, одновременно, важную информацию для выяснения сходства или различия между страницами “тетради” или отдельными записями. Опираясь на авторские даты в рукописях и письмах Достоевского, мы получаем информационные “маячки”, которые могут помочь в определении набора документов и записей, которые были сделаны тем же типом чернил, который привязан к определенной дате. Нельзя сказать, что это легкий и простой путь. Первые шаги в этом направлении показали перспективность метода [2, с. 20–43], однако при измерениях в видимом диапазоне спектра многие вопросы остались нерешенными или неразрешимыми, в частности, оказалась недостаточно определенной функция подобия образцов. На пути разрешения была выдвинута идея работать в инфракрасном спектре, тем более, что это даже менее вредно для документа, чем фотосъемка при обычном освещении.

Для решения технической стороны этой проблемы необходимо специальное устройство с камерой для съемок, а также новые программные средства

²См.: *Ипполитов В.П.* Приготовление различного рода чернил, туши, штемпельной и типографской красок. СПб., 1881; *Мартинсон Т.* Собрание рецептов и руководство к приготовлению чернил, синьки и ваксы. СПб., 1888; *Ленонгард А.А.* Руководство к приготовлению чернил. Описание способов приготовления и собрание лучших рецептов. СПб., 1897; *Симоненко П.Ф.* Домашняя фабрикация чернил всех сортов и цветов для бумаги, дерева, стекла, металлов, метки белья. М., 1898; *Федоров П.А.* Чернила. Руководство к приготовлению чернил и чернильных порошков. СПб., 1901; *Производство чернил* / Под ред. Ф. Гезеллиуса. СПб., 1907; *Ленер З.* Производство чернил: Общедоступное руководство для фабрикация разных писчих, конторских, гектографских и всевозможных чернил / Пер. с нем. Ф.М. Гольберга. СПб., 1910; *Гутке Б.А.* Приготовление чернил. Рига. М., 1917.

обработки, с применением метода стабилизации изображений страниц для каждого измеренного фрагмента страницы тетради. Полученный в итоге метод, сочетающий в себе как традиционные историко-литературные и текстологические средства изучения рукописного документа, так и новые технические средства, формирует перспективу нового научного направления – спектрофотометрической текстологии. Уточнение и дальнейшее совершенствование метода спектрографического анализа рукописного текста имеет более общее значение, ее решение может помочь не только в поиске датировок конкретных записей Достоевского, но и, в будущем, в существенной модернизации работы архивистов и музейных хранителей.

В течение нескольких последних лет творческая группа, состоящая из литературоведов Пушкинского Дома и специалистов по спектрофотометрии Санкт-Петербургского национального исследовательского университета ИТМО, проделала значительный объем работы. Был проведен ряд экспериментов с записями спектрограмм рукописей Достоевского, полученными с помощью съемки с использованием специально созданной для этого спектрофотометрической установки в РГАЛИ, НИОР РГБ и РО ИРЛИ, создана база данных из отдельных фрагментов (образцов) страниц рукописей писателя. По результатам проведенных исследований были сделаны важные выводы, которые дают возможность продвинуть эту технологию в методологическом и инструментальном направлениях. Была выяснена неприменимость для заявленных целей промышленных спектрометров, не дающих гарантированной безопасности для изучаемых документов, определен алгоритм обработки данных об образцах с помощью ряда специальных программ, уточнены необходимые конструкторские решения при формировании и анализе спектров отражения, доказана применимость метода для заявленных целей датировки рукописей, написанных орешковыми чернилами. Продвижение технологии в указанном направлении, со всей очевидностью, даст новые результаты, которые смогут существенно улучшить наши представления о том, как проходил творческий процесс Достоевского.

II. Спектрофотометрическая установка

Для получения информации о спектрах отражения чернил осуществляются освещение образца рукописного документа излучением на различных длинах волн и регистрация отраженного



Рис. 1. Экспериментальная спектрофотометрическая установка

излучения на каждой длине волны при помощи цифрового фотоаппарата. Совместная обработка зарегистрированных видеокadres позволяет определить параметры локальных спектров для всех пикселей видеокамеры.

На рисунке 1. приведена фотография разработанной спектрофотометрической установки, состоящей из разборного силового каркаса, специально подготовленного цифрового фотоаппарата NIKON D3100 (со снятым ИК фильтром), трех светоизлучающих диодов инфракрасного диапазона, блока питания и системы управления, закрепленной на верхней платформе.

В установке использовались светодиоды с длинами волн 850, 880 и 950 нм. Система управления содержит тумблеры, закрепленные на верхней платформе установки, для реализации заданной последовательности включения светодиодов. Цифровой фотоаппарат NIKON D3100 имеет современную (на момент разработки установки) 14-мегапиксельную КМОП матрицу с чувствительностью ISO 3200 и разрешением 4608x3072 пикселей. Для проведения измерений в инфракрасном диапазоне из фотоаппарата был удален ИК фильтр.

Экспериментальная установка для спектрофотометрического исследования текстов удовлетворяет основным требованиям работы в архивах по автономности и безопасности для документов.

С помощью данной установки проведены исследования страниц рукописей Достоевского.

III. Методика обработки видеoinформации для определения локальных спектров отражения чернил

В процессе компьютерной обработки необходимо было по полученным данным о спектрах отражения восстановить цветовые параметры чернил для заданного набора фрагментов рукописей, рассчитать коэффициенты сходства для каждой пары областей и отобразить полученные результаты в форме, приемлемой для проведения текстологического анализа.

Для получения корректных оценок цветовых параметров чернил на основе анализа спектров отражения необходимо устранить влияние неравномерности освещения, обусловленной неидеальностью диаграммы направленности излучения светодиодов, обеспечить точное совмещение видеокadres для всех длин волн, провести калибровку спектров отражения с учетом локальных спектральных свойств материала бумаги, ввиду того, что область чернил частично прозрачна, и отражение происходит не только от чернил, но и одновременно от подповерхностного слоя.

Рассмотрим перечисленные процедуры подробнее.

Для определения неравномерности освещения по полю видеокadra использовался тот факт, что рукописный знак (и тем более ширина линий) по размеру значительно меньше размера поля текста. Кроме этого, зарегистрированное освещение светодиодов изменяется медленно и плавно по полю видеокadra. При этом допустимо использовать локальное размытие изображения, в результате чего рукописные знаки исчезают и остается только распределение интенсивности, соответствующее освещению.

Полученные оценки неравномерности освещения позволяют далее осуществить нормировку интенсивности и совмещение изображений, полученных при различных длинах волн излучения.

Для большинства зарегистрированных видеокadres смещения по осям координат составляли 2...10 пикселей и более, что обусловлено нестабильностью взаимного расположения объекта (листа бумаги) и видеокамеры в условиях воздействия внешних факторов (в частности, микровибраций). При достаточно малом времени экспозиции изображения не размываются, однако регистрируются на различных длинах волн

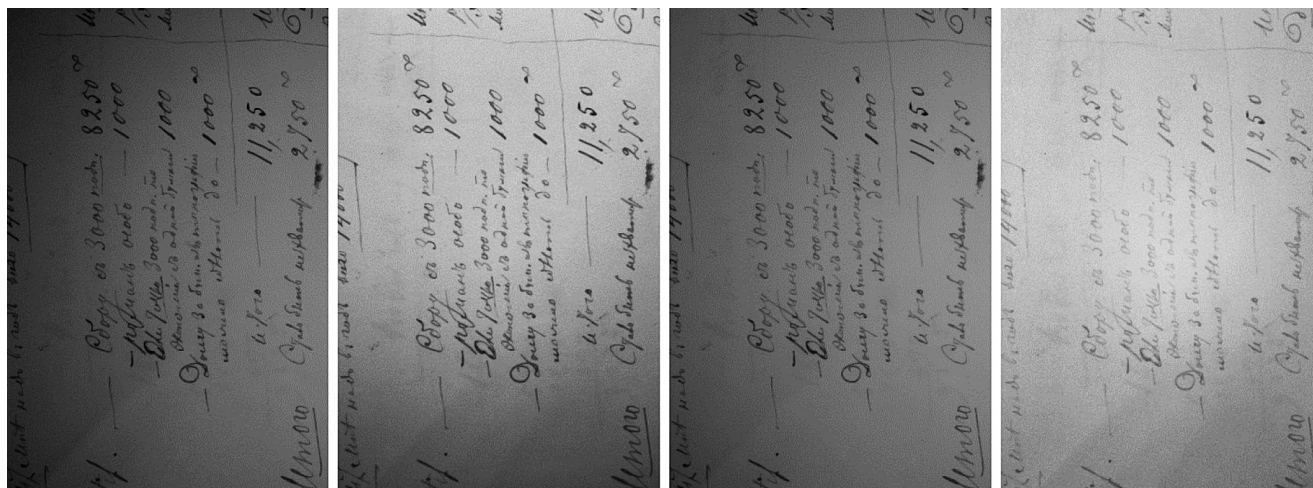


Рис. 2. Изображения фрагмента рукописи при освещении на различных длинах волн

во взаимно смещенных положениях, как это иллюстрируется на рис. 2.

Из рисунка видно, что изображения имеют различную яркость, и фрагмент, представленный справа, несколько смещен по вертикальной и горизонтальной осям координат.

Для компенсации смещений использовался метод полнокадрового совмещения по критерию минимизации среднего квадратичного отклонения (СКО) интенсивности видеок кадров. Для компенсации смещений вначале необходимо выполнить нормировку интенсивности изображений на основе выравнивания распределения интенсивности (см. рис. 3).

Результат компенсации смещения изображений показан на рис. 4.

Проведенные исследования показали, что для выбранных длин волн большинство надписей чернилами частично прозрачны, при этом

в каждой точке наблюдается комбинация цветовых профилей чернил и бумаги в различных соотношениях. Концентрация чернил существенно изменяется для различных надписей, что не позволяет извлечь цветовой профиль чернил непосредственно из результатов измерений в локальной точке, и для корректного распознавания необходимо разделить спектры отражения от бумаги и от чернил. При этом следует учитывать возможное изменение степени концентрации чернил и неравномерность концентрации чернил по полю листа.

Для решения этой задачи было принято допущение, что интенсивности отраженного излучения от бумаги и от чернил складываются. Поскольку свойства бумаги на малых участках размером порядка ширины линии в тексте неизменны, можно оценить отражение от бумаги под чернилами, используя оценки отражения в соседней области вне линии, т.е. экстраполяцию. Однако ввиду изменчивости

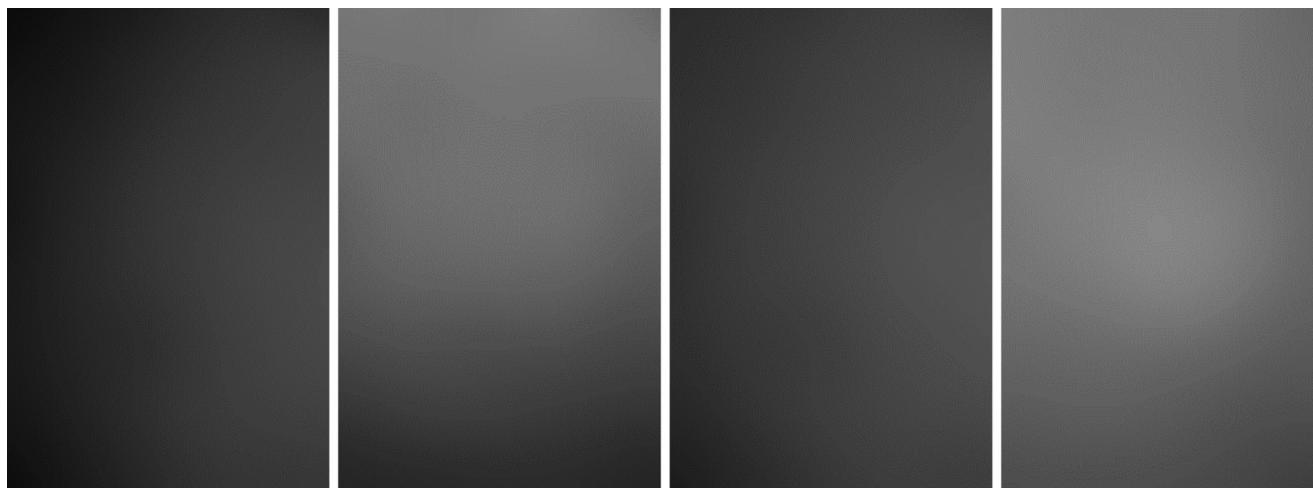


Рис. 3. Полутоновое представление распределения фоновой составляющей изображений, показанных на рис. 2

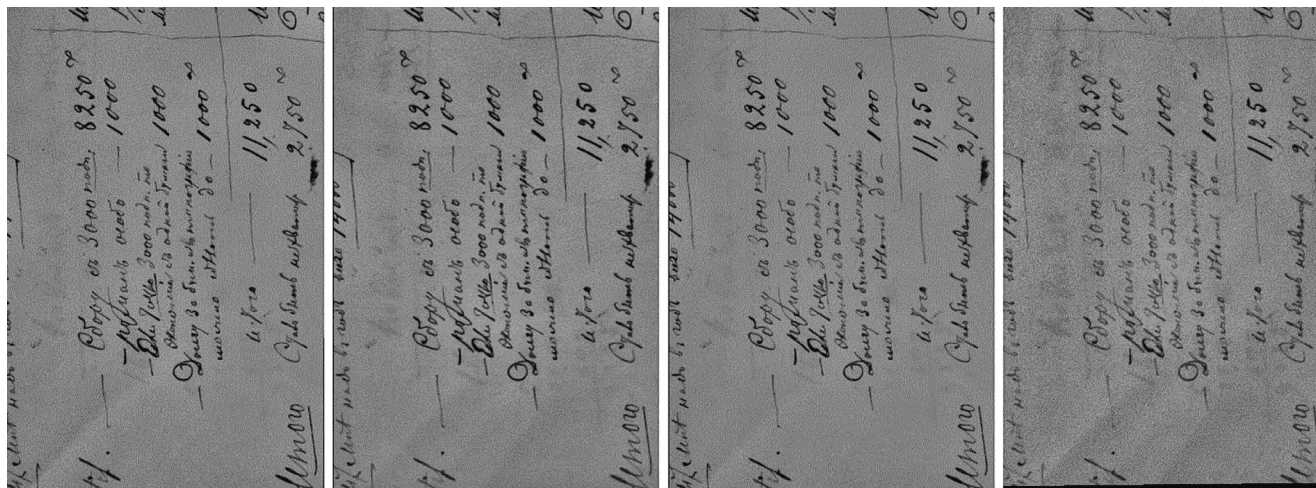


Рис. 4. Корректировка взаимного смещения изображений для различных длин волн, величина смещения видна на границах изображения справа

фрагментов текста глобальный алгоритм экстраполяции неприменим, и требуется использовать итерационный алгоритм, учитывающий локальные особенности рукописного текста. Разработанный алгоритм основан на анализе серии изображений, формировании маски линий текста и локально-адаптивном итерационном размытии изображений.

На рис. 5 приведен пример локально-адаптивной маски усреднения и весовая функция, обеспечивающие размытие изображений в каждой точке.

Итерационный алгоритм локально-адаптивного усреднения позволяет выделить области, относящиеся к тексту (рис. 6), и установить требуемый

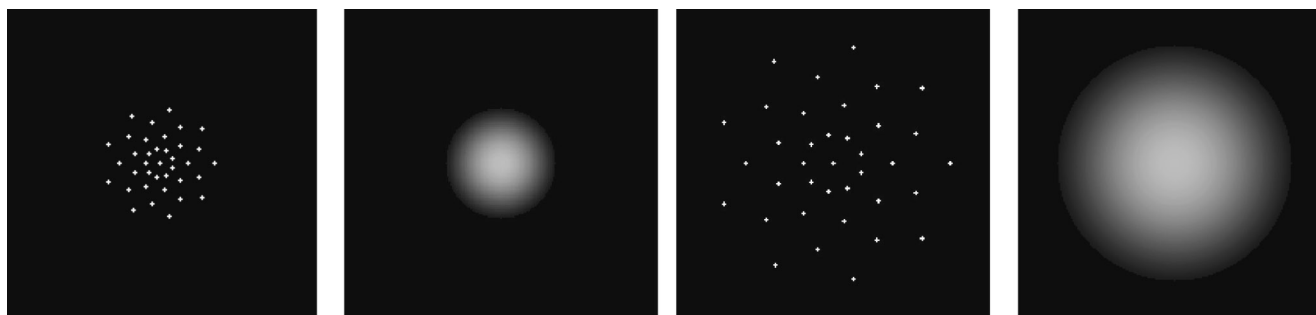


Рис. 5. Локально-адаптивная маска усреднения и весовая функция, обеспечивающие различную степень размытия изображений

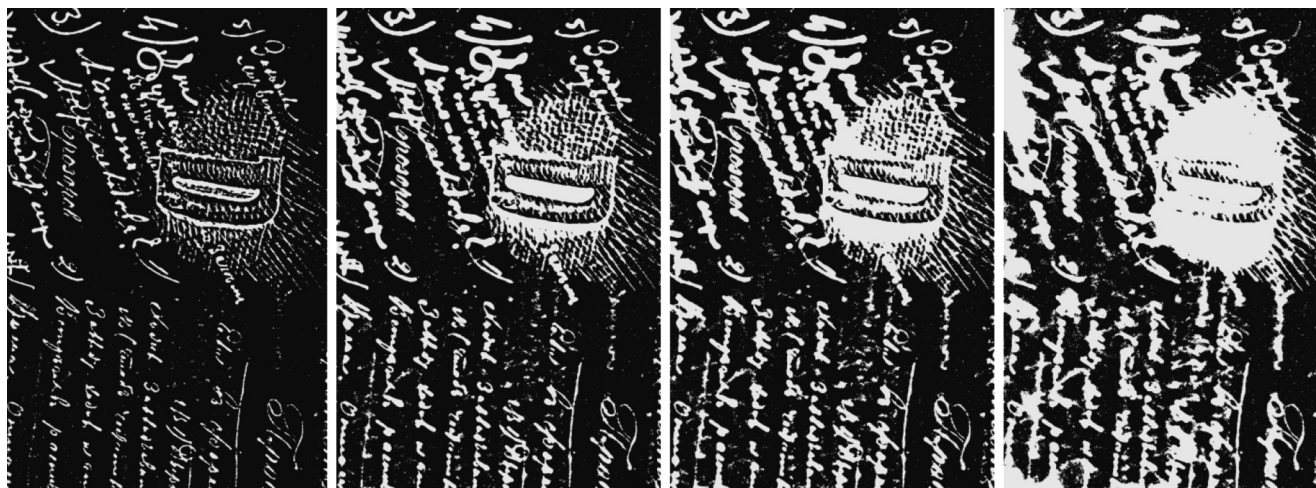


Рис. 6. Выделенные области линий текста для 1, 3, 5, 15 шагов обработки



Рис. 7. Оценки областей локально-адаптивного размытия изображений для 1, 3, 5, 15 шагов обработки

масштаб локального размытия текста (рис. 7). В результате формируются оценки степени отражения от материала бумаги, экстраполированные в область линий текста.

На рис. 8 показан пример экстраполяции отражения от бумаги в область линий текста, на рис. 9 представлены кривые, характеризующие степень отражения в сечениях изображений на рис. 8.

Из рис. 9 видно, что экстраполяция позволяет получить корректные оценки степени локального отражения от материала бумаги с учетом пространственной неравномерности степени отражения.

Рассмотренные выше процедуры обеспечивают компенсацию внешних влияющих факторов с учетом локальных свойств исследуемого образца текста рукописи и позволяют получить корректную информацию именно о спектрах отражения чернил.

Как уже отмечалось, целью работы является восстановление цветовых параметров чернил для заданного набора локальных областей фрагментов рукописей, расчет коэффициентов сходства для каждой пары выделенных областей



Рис. 8. Исходное изображение и полутоновое представление экстраполированной зависимости степени отражения от бумаги

текста и отображение полученных результатов в удобной форме для дальнейшего текстологического анализа.

Примеры областей, представляющих интерес для текстологического анализа, приведены на рис. 10. Как видно из рисунка, каждому из фрагментов может соответствовать одна или несколько областей.

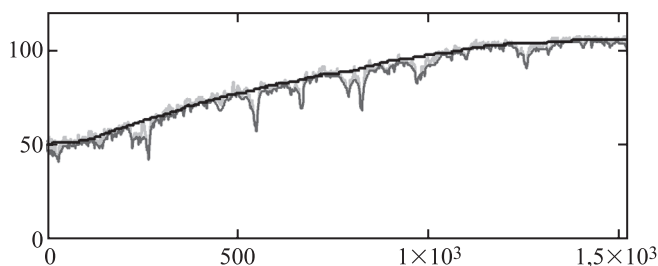
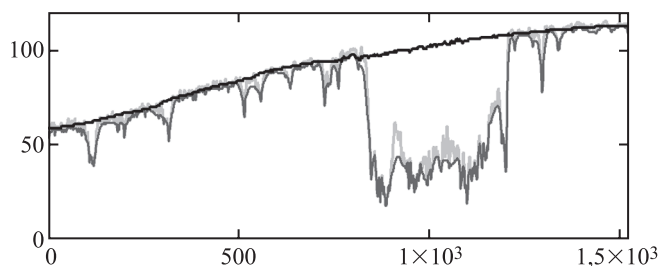


Рис. 9. Результаты экстраполяции отражения от бумаги, исходное изображение (кривая серого цвета), результат предварительной обработки (темно-серый цвет) и оценка отражения от бумаги (черный цвет)

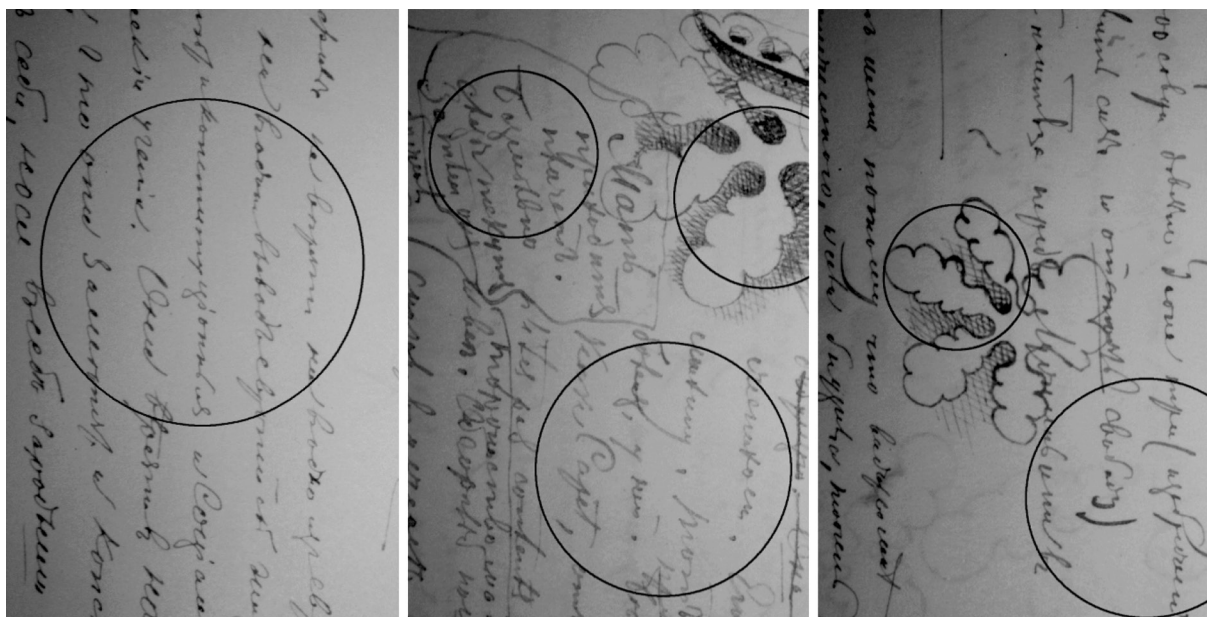


Рис. 10. Примеры изображений фрагментов и выделенных локальных областей

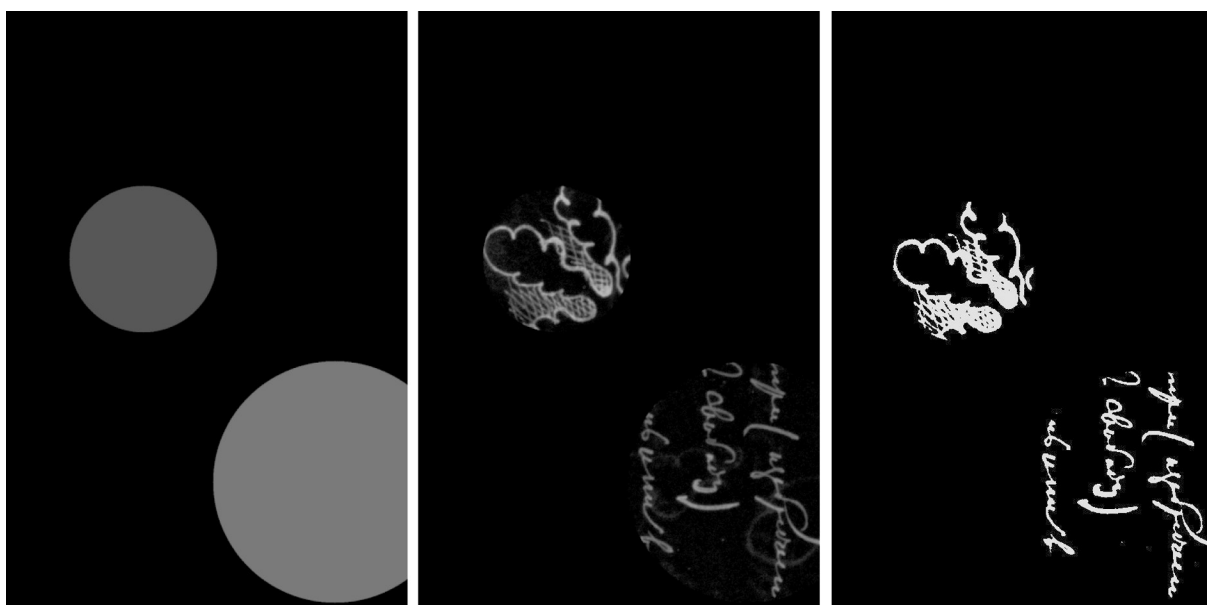


Рис. 11. Пример обработки фрагмента текста: маска сегментации локальных областей, восстановленная интенсивность чернил и результат выделения надписей

Все дальнейшие результаты получены в предположении о том, что заданные локальные области не пересекаются.

Для каждой выделенной области производится дополнительная отбраковка точек с некорректными цветовыми параметрами. Это позволяет отбраковать, в частности, точки по краям надписей, в которых из-за продавливания бумаги происходит отклонение угла наклона бумаги и искажение параметров отражения от бумаги. Полученные результаты иллюстрируются на рис. 11 и рис. 12.

В процессе вычисления цветовых параметров для набора локальных областей и анализа полученных результатов для каждой локальной области вычисляются цветовые параметры чернил. Далее нужно определить степень взаимного соответствия цветовых параметров чернил для каждой пары локальных областей.

Цветовые параметры можно представить в виде графиков (см. рис. 13).

После того как для каждой области получены цветовые параметры, для любых двух областей

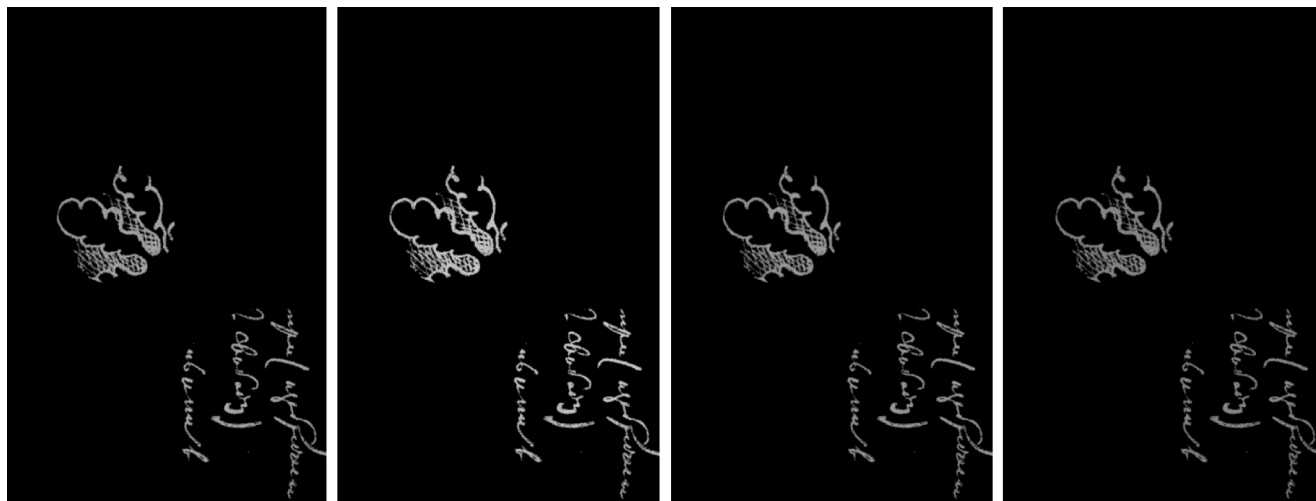


Рис. 12. Результаты обработки фрагмента текста: восстановленные цветовые параметры в точках локальных областей (в виде полутоновых изображений) после отбраковки некорректных точек

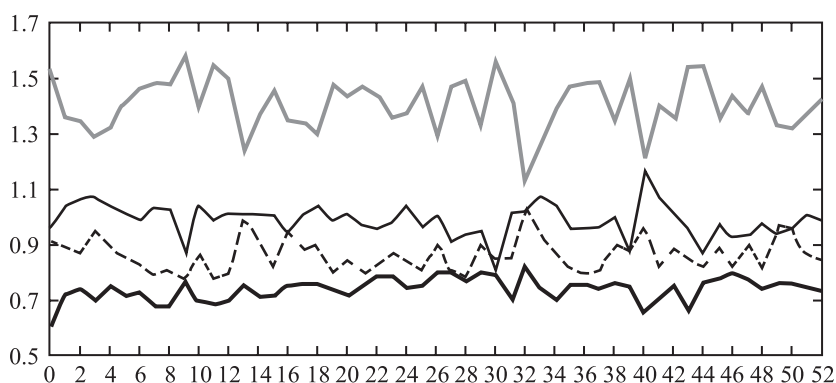


Рис. 13. Пример восстановления цветовых параметров чернил (выражены в относительных единицах) для локальных областей (на горизонтальной оси указан номер области)

можно вычислить расстояние (различие, отклонение) по набору цветовых параметров.

Степень соответствия между восстановленными цветовыми параметрами для всего набора областей может быть представлена в виде двумерной полутоновой карты (см. рис. 14).

Полученная карта отклонений цветовых параметров для локальных областей может быть обработана с использованием пороговых алгоритмов с целью обнаружения похожих областей.

На рис. 14 приведены примеры матриц соответствия, показывающие номера областей с похожими цветовыми параметрами чернил. Результаты для отдельных значений коэффициента различения, равных 0.7, 1.1, 1.5, приведены на рис. 15. Номера похожих областей для коэффициента различения 1.1 приведены на рис. 16.

Корректность полученных результатов может быть косвенно проверена по отсутствию изменений цветовых параметров по полю кадра в пределах каждой надписи.

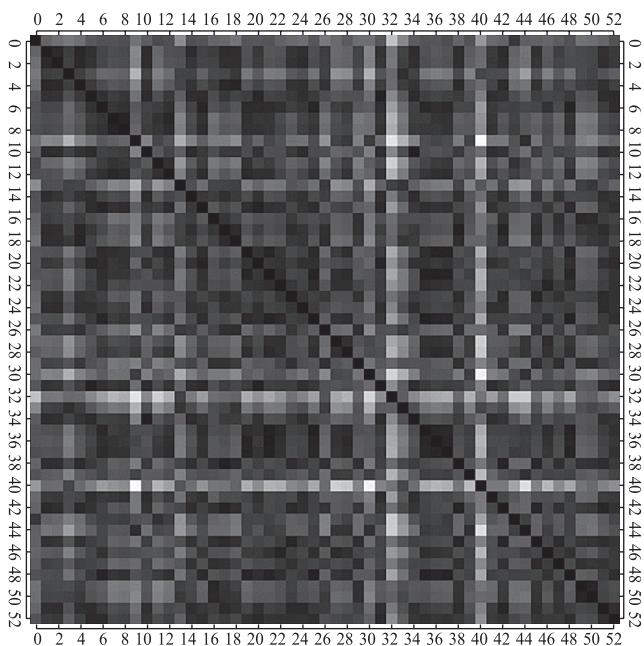


Рис. 14. Карта отклонений цветовых параметров чернил между областями (степень отличия цветовых параметров между областями соответствует яркости полутонов)

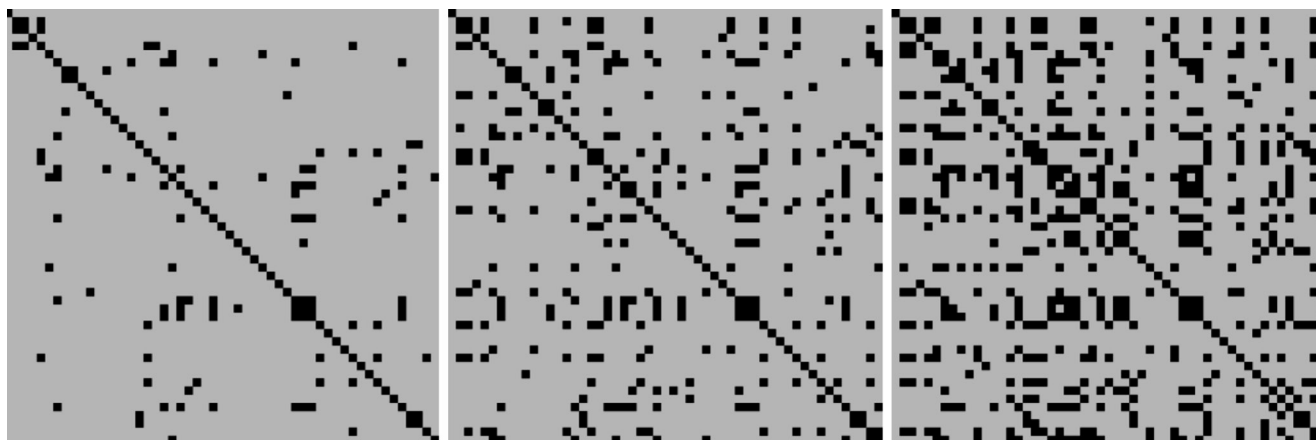


Рис. 15. Результаты сопоставления цветовых параметров локальных областей для коэффициентов 0,7, 1,1, 1,5

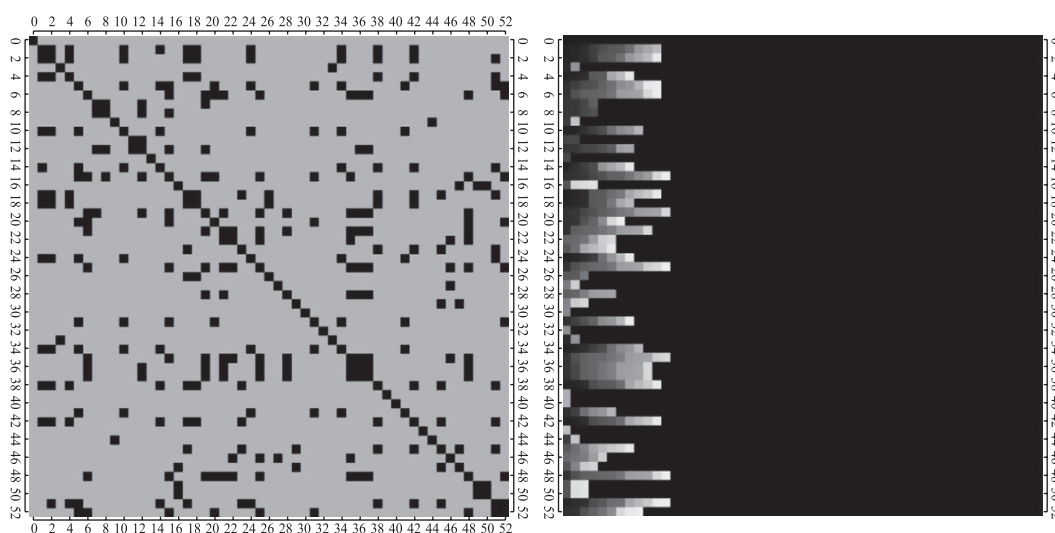


Рис. 16. Карта похожих областей для предельного коэффициента различия 1.1 и номера областей, похожих на выбранную область

Следует отметить, что анализ и сопоставление цветовых параметров чернил требуют обработки больших объемов информации ввиду необходимости регистрации значительного количества видеокadres высокого разрешения в нескольких длинах волн и сопоставления большого числа фрагментов текста.

Наиболее вычислительно затратными этапами обработки данных являются этапы совмещения изображений и итерационного вычисления отражения от бумаги. При вычислениях с использованием системы на основе процессора AMD Athlon X2 4600+ стабилизация изображений для одного фрагмента выполнялась 1 час (на 1 ядро). Вычисление степени отражения от бумаги для одного фрагмента на указанной системе выполнялось 6 часов (Mathcad, полностью загружено 2 ядра процессора). На данный момент выполнена оптимизация алгоритма стабилизации с ускорением вычислений до 4-х раз и распараллеливанием вычислений для загрузки всех ядер

процессора. Общее время вычислений, оптимистично пересчитанное на случай полной загрузки процессора такой системы, составило десятки часов. Проблема обработки была разрешена за счет параллельной обработки с использованием нескольких компьютеров с многоядерными процессорами. Следует отметить, что программа обработки может быть существенно оптимизирована с многократным повышением производительности вычислений при использовании языка программирования C++ и высокопроизводительных графических процессоров.

Основным результатом обработки являются цветовые параметры для локальных областей, представленные на рис. 12–16. Следует учитывать, что корректная калибровка установки не была проведена, и данные результаты получены в предположении о том, что излучение от светодиодов, приходящее в каждую точку листа, стабильно. По указанной причине к полученным результатам

сравнения цветовых параметров чернил в пределах областей стоит относиться с осторожностью. Теоретически существует возможность провести калибровку интенсивности яркости светодиодов по полученным данным. Для этого нужно выбрать фрагмент, полностью покрытый надписями с использованием одного вида чернил, вычислить цветовые параметры для всего фрагмента, провести интерполяцию полученных цветовых параметров для всего листа и восстановить распределение интенсивности для всех светодиодов по полученным данным. При этом результат может также оказаться ошибочным из-за нарушения предположений о цветовых параметрах чернил. Предварительная проверка показала корректность проведенных измерений и вычислений, обеспечивших распознавание цветовых параметров чернил в пределах заданных локальных областей.

IV. Примеры сравнительно-аналитического исследования

Приведем некоторые примеры изучения фрагментов текстов из “первой записной тетради” Достоевского (РГАЛИ. Ф. 212. Оп. 1. Ед.хр. 3)³. Тетрадь содержит черновой автограф ранней редакции романа “Преступление и наказание” в варианте повести, озаглавленной “Под судом” (“Полная исповедь”) – с. 79–83, 85–101; подготовительные материалы (отдельные наброски) ко второй редакции повести (далее: ПМ-2) – с. 78, 79, 110, 111, 114–125, 130, 146; подготовительные материалы к третьей редакции (далее: ПМ-3) – с. 1, 102–109, 111–113, 132–134; записи делового характера, цифровые подсчеты, наброски статей и различного рода рисунки – портретные зарисовки, архитектурные формы, каллиграфические записи, декорированные изображения букв русского и латинского алфавита и др. Нам известно, что с. 81–101 были заполнены записями во второй половине октября – ноябре 1865 г., в это время писатель создавал связный текст второй редакции задуманного произведения. Последующие страницы, начиная со с. 102 и до с. 109, относятся уже к подготовительным записям третьей редакции произведения, имеющим в настоящее время датировку “декабрь 1865 – начало 1866 г.”, сделанную на основании нескольких авторских дат на данных страницах “тетради”: на с. 103 (ПМ-3) авторская дата “С 7-го декабря” [3, с. 150–151]; на с. 104 – “28 декабря” [3, с. 152]. Считается, что на с. 110–111 находятся более ранние записи, относящиеся к подготовительным материалам “2”, датированным второй половиной октября – ноябрем

1865 г. Причем на с. 111 находятся записи, относящиеся к обоим разделам творческой истории произведения (ПМ-2 и ПМ-3), разделенные горизонтальной чертой: видимо, писатель хорошо отдавал себе отчет в глубоком различии между этими двумя текстовыми блоками. Таким образом, с. 111 заполнялась, как минимум, в два приема: первый раз – осенью 1865 г., второй – в декабре 1865 – январе 1866 г. [3, с. 133–134, 134–135, 145]. Эта “чересполосица” в тетради Достоевского продолжается и далее. По имеющимся данным, с. 112–113 заполнены в декабре 1865 – первой половине 1866 г.; с. 113–130 – в октябре-ноябре 1865 г.; с. 132–134 – в декабре 1865 – начале 1866 г.; с. 146 (к подготовительным материалам “2”) – во второй половине октября – ноябре 1865 г. С целью верификации метода специальному углубленному анализу были подвергнуты с. 81, 101, 103, 107, 109, 111, 112, 119, 125, 130 и 132, из которых были избраны фрагменты, содержащие творческие записи к роману “Преступление и наказание”, цифровые подсчеты, каллиграфические записи и рисунки.

Исследование показало, что выбранные для анализа два фрагмента с. 81 (pg5_00006_res_7.bmp и pg5_00007_res_8.bmp) показали идентичность по спектральным характеристикам, что и следовало ожидать, учитывая, что в данном случае речь идет не о разрозненных записях, а о слитном тексте чернового автографа “Под судом”, со всей очевидностью написанном подряд и на одном дыхании. Первый из избранных фрагментов содержит запись: “Даже не помню и того отчетливо, как я подошел к застойке, снял свое серебряное крошечное колечко, из какого-то монастыря, от матери еще досталось, и как-то уговорился, что мне дадут за него бутылку пива. Затем я сел, и, как выпил первый стакан, мысли мои тотчас, в одну минуту какую-нибудь, прояснели, и затем весь этот вечер, с этого первого стакана, я помню так, как будто он в памяти у меня отчеканился”. Второй фрагмент: “Хозяин распивочной был в другой комнате, но часто входил в нашу, спускаясь к нам вниз по ступенькам. Он был в сапогах с красными отворотами, в сибирке и в страшно засаленном атласном черном жилете. <...> Стояли крошеные огурцы, ржаные сухари и какая-то соленая рыба” [3, с. 98].

Такого же рода результат обнаруживается при сравнительном анализе с. 119, содержащей текст, рисунки и каллиграфические записи.

Фрагмент под № 35 (pg5_000024_res_35.bmp) выбран из верхней части страницы – начало основной записи под заглавием “Переделка”: “1) Наконец приезжают его мать и сестра. А сначала жених сестры. По поводу жениха сестры он еще до убийства письмо отослал к ней: не выходить. Теперь

³ Далее ссылки на эту тетрадь даются с шифром 212.1.3.

они сами приезжают. Вразумихин влюбляется. Они выталкивают жениха. Мать говорит: теперь на тебя одна и надежда. Что делать?».

Фрагмент № 36 (pg5_000025_res_36.bmp) – из середины страницы с новым планом романа: «3) Дома странно ведет себя: учить не могу, переводить не могу. Мать говорит Разумихину: не в тягость ли мы ему? Разумихин делает декларацию. Узнав об этом, он идет к Разумихину. Тот говорит: ну что ж. Сон. Во сне к матери».

Фрагмент № 37 (pg5_000026_res_37.bmp) из нижней части страницы: «Разумихин, узнав всё от него, гетие ciel et terre, чтоб загладить им сделанные глупости: скрывать! Скрывать! Но когда под конец узнал, что он сделал: “Вася! ты всё омыл, всё омыл”» [3, с. 140–141].

Эти три фрагмента обнаруживают практически полную идентичность по спектральным характеристикам. Следует отметить, что рисунок, изображающий портрет молодого человека в левом нижнем углу страницы (изображение внешнего облика Родиона Раскольникова, с некоторыми автопортретными чертами) – № 38 (pg5_000026_res_38.bmp) – не совпадает по спектральным характеристикам с основным текстом на странице (№ 35–37). Поэтому можно сделать предположение, что писатель создавал эти рисунки позже записи на странице, возможно, просматривая их и обдумывая сформулированную здесь сюжетную линию романа. Такое предположение основывается также на том, что, рисуя портреты на чистом листе своей тетради, Достоевский придавал им размер приблизительно 6–7 см в диаметре, малый размер рисунка (3–4 см) и его расположение указывают, что он был сделан после записей, на свободном поле.

На с. 93 тетради, где продолжают записи, относящиеся к черновому автографу “Под судом”, в качестве объекта анализа были избраны три фрагмента: два из основного текста автографа и один, представляющий собой правку, дополнение, расположенный на полях в верхней части страницы. Это № 9 (pg5_00008_res_9.bmp), вставка в верхней части листа: “Не на веселье, а на скорбь просил... В скорби своей вину свою искупиша” [3, с. 113]; № 10 (pg5_00008_res_10.bmp), основной текст, запись: “Вам это смешно, ну а я понимаю, глуп, а понимаю... Я чувствую. Мне не смешно. Вы не чувствуете” [3, с. 111]; и № 11 (pg5_00009_res_11.bmp), текст: “И весь тот день, и весь тот вечер, милостивый государь, – прибавил Мармеладов, – я сам в мечтаниях летучих препроводил: и как я это всё устрою, и ребятишек одену, и ей покой дам, и дочь мою единородную от погибели спасу, и в лоно семьи возвращу” [3, с. 112]. Можно

отметить, что первый из фрагментов показывает отличие от основного текста, из чего вытекает предположение, что первая из записей (“Не на веселье...”) была сделана в другое время, вероятно, много позже основных записей на странице. С другой стороны, эта запись № 9 обнаруживает сходство с образцом № 44 (212.1.3. С. 125), который относится к работе Достоевского во второй половине ноября-декабре 1865 года, в то время как текст основной записи на с. 93 был выполнен как минимум месяцем раньше, следовательно, можно выдвинуть гипотезу, что правка автографа “Под судом” проводилась писателем в то же время, когда создавались подготовительные материалы “2”.

На с. 134 первой тетради (№ 1, pg5_00001_res_1.bmp) изображение “крестоцвета”, расположенное в центре страницы в качестве знака завершения записи “К характеристике Сони” [3, с. 135] указывает на сходство по своим характеристикам с творческими записями Достоевского, традиционно объединяемыми с помощью обозначения “ПМ-3”, резко различаясь с тремя сделанными одновременно записями “ПМ-2” [3, с. 140–141] на с. 119 (№ 35–37) и показывая соответствие с записью № 34, сделанной на полях: “Он начинает работать, чтоб жить, несет Мармеладовой. Он признается Разумихину, уговаривающему его” [3, с. 133–134] (212.1.3. С. 112), что может указывать на то, что “крестоцвет” был изображен в период работы писателя над окончательным вариантом романа “Преступление и наказание” на рубеже 1865 и 1866 гг.

Первая страница первой “тетради” Достоевского (№ 4, pg5_00003_res_4.bmp; 212.1.3. С. 1) содержит текст с упоминанием нескольких предполагаемых имен персонажей романа “Преступление и наказание”: “Коллежская ассессорша Юлия Прохоровна Зарницына. Александр Григорьевич Заметов. Афанасий Иванович Бахрушин. Петр Петрович Лужин” [3, с. 153]. Возможно, эта запись была сделана Достоевским позже других в его “тетради”, так как спектрографические ей подобию обнаруживаются в рисунках писателя, связанных с записями времени “ПМ-3”: № 17 (“крестоцвет” на с. 103), № 42 (буквы “ДО” на с. 125), № 45 (буква “J” на с. 130).

В период, когда шла подготовка к созданию третьей редакции романа “Преступление и наказание”, была создана запись № 15 (pg5_000013_res_15.bmp; 212.1.3.Л.103): “Это неправда-с, – говорит Соня. – А в комфорте-то, в богатстве-то вы бы, может, ничего и не увидели из бедствий людских, Бог, кого очень любит и на кого много надеется, посылает тому много несчастий” [3, с. 150]. Эта запись имеет черты

сходства с № 20 (pg5_000016_res_20.bmp; 212.1.3. С. 105), № 24 (pg5_000018_res_24.bmp; 212.1.3. С. 107) и № 31 (pg5_000022_res_31.bmp; 212.1.3. С. 111), также относящихся к позднему периоду подготовки к написанию “Преступления и наказания” (“ПМ-3”) [3, с. 152, 148–149, 144]. Видимо, к этой же группе текстов принадлежит правка на с. 103 (№ 16; pg5_000013_res_16.bmp): “на людях горе приметно” [3, с. 150]. Такого же рода чернилами Достоевский сделал еще одну дополнительную запись в своей тетради (№ 49 и 50): “Разумихин то преследует Соню, то защищает ее. Сестра была у Сони. Аристова ее приятельница” (212.1.3. С. 132) [3, с. 136].

Можно обратить внимание на то, что № 24 (pg5_000018_res_24.bmp; 212.1.3. С. 107) с текстом, вписанным на полях («Мать приходит, плачет. Безмолвно слезы текут. Затем он бежал. Мать у ней руки целует в сенях: “Сохраните его, сохраните его бедную голову”») [3, с. 148]), слева под крестом, имеет черты сходства с № 34 (pg5_000023_res_34.bmp; 212.1.3. С. 132). Это отдельная запись (правка) на полях в нижней части на с. 112 (pg5_000023_res_34.bmp, 212.1.3. С. 112): “2. Он начинает работать, чтоб жить, несет Мармеладовой. Он признается Р а зумихи ну, уговаривающему его” [3, с. 133]. В свою очередь, эта запись обладает сходными характеристиками с правкой на с. 111, в правом нижнем углу которой содержится запись, также принадлежащая к группе текстов периода “ПМ-3”: “N3 N3. Можно быть великим и в смирении, говорит Соня – доказывает то есть. Рейслер и воровка – (Рейслер говорит Соне). Жаль только, что он тебя учил: убей. Соня дала знать Разумихину. Разумихин, прикинувшись в глазах Рейслера врагом Сони, выпытал Рейслер” (pg5_000022_res_31.bmp, 212.1.3. С. 111) [3, с. 134].

№ 18 (pg5_000014_res_18.bmp, 212.1.3. С. 103), запись в основном корпусе текста в центре страницы: “Вы любопытствуете, извольте. 5000 совершено довольно, даже три (изображение, что можно на них сделать, развить силы и отстоять свободу и, напротив, картина лебезятничества перед Лужиными в случае нищеты” [3, с. 150–151]. Следует отметить, что страница содержит авторскую дату: “С 7-го декабря”. Запись сделана чернилами, аналогичными тем, которыми выполнены рисунки на с. 119 (№ 30; pg5_000026_res_38.bmp) и с. 125 (№ 42; pg5_000028_res_42.bmp).

Фрагмент с. 106 (№ 21; pg5_000017_res_21.bmp), верхние шесть строк основного текста – “3-я или 4-я глава. Я должен признаться, что уже идея не раз заходила. N3 Таким образом, объяснить преступление естественнее, но чтоб и серьезность сохранить. Эта полная серьезность должна проявиться на вечер

у Разумихина в его гордости сатанинской” [3, с. 149] – оказываются тождественными следующей с. 107 (№ 22; pg5_000018_res_22.bmp), основной текст которой продолжает набросок нового плана основной сюжетной линии “Преступления и наказания”: “Перспектива будущего. Говорит Разумихину. Тот захлопотал спасать. Она ищет его. Он болен, у ней. Приходит Разумихин много раз. Бежал от нее и от их сочувствия по городу. Вихрь, Христос, Veuve Carpet, отчего они не стонут?” [3, с. 148]. Оба указанных фрагмента принадлежат ПМ-3, имея черты сходства с записью под заглавием “Еще план” автокоммуникационной реплики писателя на с. 109 (№ 25; pg5_000019_res_25.bmp): «Рассказ от имени автора, как бы невидимого, но всеведущего существа, но не оставляя его ни на минуту, даже с словами: “и до того всё это нечаянно сделалось”» [3, с. 146].

Чернила, которыми записан и отчерчен линией фрагмент текста в правом нижнем углу с. 111 “тетради” (№ 31; pg5_000022_res_31.bmp) – “N3 N3. Можно быть великим и в смирении, говорит Соня – доказывает то есть. Рейслер и воровка – (Рейслер говорит Соне). Жаль только, что он тебя учил: убей. Соня дала знать Разумихину. Разумихин, прикинувшись в глазах Рейслера врагом Сони, выпытал Рейслер. Ничего не знает. Но Соня уже достала 50 р. вперед, чтоб к Луизе Ивановне, куда сам Разумихин посоветовал. Разумихин там всё разбирает у Луизы и дивится Соне, которая себя запродавала за него” [3, с. 134], – обнаруживают типологическое сходство с чернилами в записях, сделанных в нижней части следующей с. 112 (№ 34; pg5_000023_res_34.bmp). Сходные характеристики обнаруживаются в фрагменте № 41 (pg5_000028_res_41.bmp; 212.1.3. С. 125), можно высказать предположение, что все эти записи сделаны в один и тот же период времени.

Несмотря на совпадение результатов исследований с выводами, сделанными исследователями ранее, в процессе изучения писем и мемуарной литературы, эти наблюдения нельзя считать окончательным решением вопросов о сходстве или различии отдельных страниц или конкретных записей Достоевского. В нескольких случаях записям и рисункам Достоевского не нашлось спектрографического подобия в “тетрадах” писателя. Это, например, изображение буквы “J”, слева от записи: “N3 N3. Можно быть великим и в смирении, говорит Соня” (№ 32; pg5_000022_res_32.bmp; 212.1.3. С. 111), а также отдельная запись на следующей с. 112 (№ 33; pg5_000023_res_33.bmp): “N3 N3 N3. Разумихин оскорбляет Соню (признание Соне). Он совершенно отделяется от сестры и матери. Уединение, мысли, судебный следователь. Сумасшествие. (Разумихин это поддерживает). Мать и Соня” (запись сделана

в правом нижнем углу [3, с. 134]). Эти и подобного рода неясности могут объясняться различным пространственным расположением инфракрасных светодиодов в созданной для проведения экспериментов установке. Этот недостаток может быть преодолен в новой установке, параметры и конструктивные особенности которой являются одним из самых важных результатов проведенных исследований.

На основе полученного в ходе экспериментов опыта состоялось выяснение необходимых конструктивных свойств и параметров оборудования для съемок (инфракрасный спектр, количество и расположение светодиодов, длины волн, параметры матрицы камеры, и пр.). Построенный нами экспериментальный бокс для съемок в инфракрасном спектре оказался применимым для проведения экспериментов, однако, существенное повышение точности измерений может быть осуществлено только в случае комплектации установки компонентами высокого качества, что возможно только при соответствующем финансировании.

К другим итоговым результатам исследований следует отнести выяснение алгоритма работ с рукописями писателя, а также разработку методики автоматизированной компьютерной обработки образцов: стабилизации и компенсации дрейфа последовательности видеокадров, позволяющей совместить видеокадры с компенсацией смещений по координатам и углу поворота. Существенным результатом является также выяснение нужных параметров алгоритма при обработке файлов, оптимизация инструментария, предназначенного для математических расчетов, в целом – совершенствование методики датировки текста на основе сравнительно-аналитического изучения спектрограмм чернил в творческих рукописях Достоевского. Эта технология может работать на качественно более высоком уровне в случае если: 1) будет значительно увеличен объем базы данных, вплоть до составления спектрофотометрического паспорта для всех творческих записей Достоевского, 2) появится возможность создания более совершенной установки для съемок, исчерпывающее понимание конструкции которой является одним из самых важных результатов проведенной в группе работы.

Разрыв в технической оснащенности гуманитарных и точных наук сегодня настолько велик, что трудно сравнивать техническую базу физической или химической лаборатории и, например, оснащение архива, где хранятся рукописи русских писателей. С другой стороны, уровень достижений в области применения методики спектрофотометрии в последние годы резко возрос, мы же делаем только первые шаги в изучении возможностей применения этого метода в атрибуции рукописного документа. Наши предыдущие исследования в этом направлении дали ценный научный материал, но, одновременно, показали и узкие места примененной технологии. Сейчас речь идет о выводе исследований на качественно новый уровень, и у нас есть основания надеяться, что эти исследования завершатся созданием специальной спектрографической лаборатории, которой будет под силу решение таких текстологических задач, которые ранее не могли быть решены иными методами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Гливенко И.И. Предисловие // Из архива Ф.М. Достоевского: “Преступление и наказание”: Неизданные материалы. М., 1931. [Glivenko, I.I. *Predislovie. Iz arhiva F.M. Dostoevskogo: “Prestuplenie i nakazanie”*: *Neizdannyye materialy* [Preface. From the Archives of Fyodor Dostoevsky: “Crime and Punishment: Unpublished materials]. Moscow, 1931.]
2. Баршт К.А., Райхель Б.С., Соколова Т.С. О методе цифровой спектрофотометрии в изучении рукописи писателя (на примере “Сибирской тетради” Ф.М. Достоевского) // Известия РАН. Серия литературы и языка. 2012. Том 71. № 4. С. 20–43. [Barsht, K.A., Rajhel, B.S., Sokolova, T.S. [A method of digital spectrophotometry in the study of a writer's manuscripts (on the example of “Siberian Notebook” by Fyodor Dostoyevsky)] *Izvestiya RAN. Seriya literatury i yazyka* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Studies in Language and Literature]. 2012. No 4. P. 20–43.]
3. Достоевский Ф.М. Полн. собр. соч.: В 30 т. / Акад. наук СССР, Институт русской литературы (Пушкинский Дом). Т. 7. Л., 1973. [Dostoevskiy, F.M. *Poln. sobr. soch.: V 30 t. Akad. nauk SSSR, Institut russkoj literatury (Pushkinskij Dom)* [Complete Works: In 30 Vols. Academy of Sciences of the USSR, The Institute of Russian Literature (Pushkin House)]. Vol. 7. Leningrad, 1973.]