

О МЕТОДЕ ЦИФРОВОЙ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ В ИЗУЧЕНИИ РУКОПИСИ ПИСАТЕЛЯ (НА ПРИМЕРЕ “СИБИРСКОЙ ТЕТРАДИ” Ф.М. ДОСТОЕВСКОГО)

© 2012 г. К. А. Баршт, Б. С. Райхель, Т. С. Соколова

Иногда трудно определить, когда в “записных тетрадах” Ф.М. Достоевского была сделана та или иная запись, при отсутствии каких-либо указаний на этот счет. Мы предлагаем метод сравнительного анализа спектрограмм листов рукописей и чернил, который помогает преодолеть эту проблему. В статье описывается приложение этого метода к определению даты заполнения Ф.М. Достоевским его “Сибирской тетради”.

At times it is difficult to define the exact date of certain records in Dostoevsky's “notebooks”, unless there is some external evidence. The proposed method of comparative analysis of manuscript and ink spectrograms aids in solving this problem. The present article follows this method in order to date Dostoevsky's *Siberian Notebook*.

Ключевые слова: рукопись Ф.М. Достоевского, творческий процесс, цифровая обработка рукописей, спектрофотометрия, кластер, сравнительно-типологическая база, текстология, время составления документа.

Key words: Dostoevsky's manuscript, creative process, digital processing of manuscripts, spectrophotometry, cluster, comparative-typological framework, textual criticism, genesis of the document.

1. Варианты датировок “Сибирской тетради”

О времени и месте создания “Сибирской тетради” Ф.М. Достоевского высказаны противоречивые мнения. Вопрос настолько труден, что некоторые исследователи фактически уклоняются от него, указывая довольно широкие хронологические рамки или даже весь период пребывания Достоевского в Сибири¹.

Многие считают, что Достоевский начал заполнение тетради еще на каторге. Так, П.К. Мартынов пишет в своих воспоминаниях, что в Омском остроге Достоевский начал обдумывать первые главы “Записок из Мертвого дома” и не только “держал в памяти” большие словесные блоки – “арестантам никаких письменных принадлежностей без разрешения начальства иметь было нельзя” – но и сохранял свои записи “у старшего госпитального фельдшера” [3, с. 269]. В.С. Вай-

нрман, обращаясь к воспоминаниям Мартынова, высказывает предположение, что здесь подразумевается “Сибирская тетрадь”; по его мнению, Достоевский в острожном госпитале делал записи на небольших листках бумаги, а когда вышел из острога, сшил их в тетрадь [4, с. 33–34]. Это вызывает некоторые сомнения: во-первых, листочки, из которых состоит “Сибирская тетрадь”, не такие уж маленькие, кроме того, тетрадь сначала была сшита, а уже потом заполнена текстом.

Существует также мнение, что тетрадь была изготовлена в Омском остроге (предположительно в 1851–1853 гг.), а затем заполнялась во все годы каторги и ссылки. Так, Н.К. Пиксанов, отталкиваясь от записи А.Г. Достоевской на снятой ею копии “Сибирской тетради” (“Списано мною из записной книжки Федора Михайловича, веденной им в каторге”), определяет место и время ее создания: “Омск, пятидесятые годы XIX века” [5, с. 157]. Л.П. Гроссман находит, что в тексте “Сибирской тетради” “отчетливо различаются последовательные периоды каторги, солдатчины, поселения”; начало работы над тетрадью он относит к годам, проведенным писателем в Омском остроге, окончание – к 1860 г. [6, с. 414]. Подобную датировку дают З.И. Власова и И.М. Юдина в Полном собрании сочинений Ф.М. Достоевского в 30-ти тт. В комментарии к этому тексту

¹ Такую размытую датировку дают, например, П. Фокин, который указывает, что “Сибирская тетрадь” создавалась с начала 1850-х и до 1860 года” [1, с. 6], а также М.М. Громыко, которая замечает, что она “выразительнее всех других фактов” говорит о том, что в Омском остроге Достоевскому “кое-что писать удавалось” [2, с. 33], хотя прямых доказательств того, что какие-либо записи в “тетради” действительно были созданы в стенах Омского острога, не существует.

указано, что “Сибирскую тетрадь” Достоевский начал вести в 1852–1853 гг. в Омске, а окончил в 1860 г. в Петербурге [7, т. 4, с. 310–322]. Того же мнения придерживается Е.А. Иванчикова. “Записи, составившие тетрадь, велись, по предположению исследователей, в 1851–1860 годах, а сама тетрадь была изготовлена, вероятно, в 1852–1853 годах” [8, с. 44–45], – пишет она в своем отзыве на первое отдельное издание “Сибирской тетради” [9]. В.А. Михнюкевич, анализируя фольклорные записи Достоевского в “Сибирской тетради”, делает вывод, что они заносились в тетрадь в Омской каторге и во время поездок из Семипалатинска в Змеиногорск, Барнаул, Кузнецк [10, с. 37].

В.П. Владимирцев и Т.И. Орнатская считают, что Достоевский начал работу над “Сибирской тетрадью” в 1851 или даже в 1850 г. [11, с. 44–45]. Основание датировки – признание Достоевского в письме к брату Михаилу от 9 октября 1859 г., что внесенные в тетрадь “выражения” были записаны им “на месте” [7, т. 28, кн. 1, с. 349]; подчеркнутое им словосочетание “на месте” есть след попытки конспирации и означает “в остроге” (в рабочей тетради периода редакторства в “Гражданине” писатель пометил: “Взять <...> Мою тетрадку каторжн<ую>”) [7, т. 21, с. 259]. Соглашаясь с этим, В. А. Туниманов указывает, что на каторге писатель “при первой выпадающей возможности записывал тюремный фольклор и – конспективно – типичные острожные разговоры и легенды, рассказы острожников в специальную тетрадь” [12, с. 67]. Такого же мнения придерживается С.В. Белов, который находит, что “Сибирская тетрадь” велась на каторге, в основном “в арестантской палате госпиталя” [13, с. 85]. Однако, что именно Достоевский называл “местом”, не до конца ясно, возможно – таково обозначение его каторги и ссылки, некая условная “Сибирь”, куда входят Омск, Семипалатинск и Кузнецк.

Другая группа исследователей утверждает, что даже если писатель действительно накапливал материал в годы пребывания на каторге, сама тетрадь была создана в годы ссылки в Семипалатинске, в 1855–1856 гг. Н.И. Якушин отмечает, что основную массу материалов, вошедших в “Сибирскую тетрадь”, Достоевский собрал на каторге и в первые годы семипалатинской ссылки, но в том виде, в каком “Сибирская тетрадь” дошла до нас, она была создана Достоевским уже после выхода из острога. Он первым обратил внимание на то, что первые 11 листов “Сибирской тетради” написаны одним почерком и одним пером. “Дальнейшие записи”, как указывает Н.И. Якушин, “вплоть до 16 листа, велись Достоевским уже другим пером, но теми же чернилами. На об-

ратной стороне 16 листа имеется черта, которой писатель как бы отделял материал, собранный на каторге, от записей более позднего времени. По мысли исследователя, Достоевский сначала воспользовался для “Сибирской тетради” уже имевшимися записями, собранными на каторге, а потом продолжал пополнять ее в течение всего пребывания в Сибири [14, с. 26–27]. Эту мысль поддержал П.П. Косенко, утверждая, что “Сибирская тетрадь” была начата после выхода из каторги, в Омске, вероятно, в доме Ивановых, затем работа над ней продолжалась в Семипалатинске [15, с. 36]. А.Ф. Палашенков называет “Сибирскую тетрадь” Достоевского “единственным памятником его литературной работы в Омском остроге”, указывая на то, что она заполнялась также в Семипалатинске [16, с. 39–40]. Л.М. Розенблюм датирует “Сибирскую тетрадь” 1856–1860 годами [17, с. 12], такую же датировку имеет текст “Сибирской тетради” в описи рукописного отдела Российской государственной библиотеки².

В.П. Владимирцев и Т.И. Орнатская считают, что первоначальные записи, которые легли в основание текста “тетради”, велись на разрозненных листках – “карточках”, которые затем передавались на хранение фельдшеру А.А. Аполлонову при посредничестве доктора И.И. Троицкого. Подготовленные и накопленные таким образом материалы были перенесены в “Сибирскую тетрадь” позже. Обнаруживая в тексте “тетради” не менее десяти почерковых приемов письма (номера 1–171, 172–272, 273–278, 279–304 и т.д.), они соглашаются с предположением Н.И. Якушина, что Достоевский переписывал в “тетрадь” массивы заранее приготовленных материалов, вероятнее всего, разрозненных листочков с отдельными записями. Однако, согласно их мнению, сама тетрадь была изготовлена все же в Омском остроге, в 1852–1853 гг. Далее, “в 60–70-е годы, Достоевский, множество раз возвращаясь к Сибирской тетради, оставлял там различные пометы и, очевидно, правил, дополнял (разъяснял) тексты (см., например, записи 323, 343)” [11, с. 44–45].

Известно, что свое пребывание на каторге Достоевский называл “полным отчуждением от литературы” [18, с. 200], несмотря на то, что фактически его творческая работа не прекращалась ни на минуту. Находясь в остроге, он обдумывал “Письма об искусстве”, как указал еще современник Достоевского П.К. Мартыанов. Пользуясь возможностями, которые предоставляла ему служба в тюремной канцелярии, писатель, веро-

² НИОР Государственной библиотеки России. Ф. 93. Опись 2. Ед. хр. 5.

ятно, делал записи на листочках [3, с. 269]. Кстати, делать записи на небольших обрывках бумаги было привычкой писателя и в более поздние годы, в условиях, более нормальных для творчества, о чем свидетельствует, например, Е.Н. Опочинин [19, с. 458].

Сравнительный анализ спектрограмм страниц “Сибирской тетради” и писем Достоевского 1854–1859 гг., проведенный с помощью разработанного нами метода, предоставляет дополнительные данные для ответа на вопрос, когда и при каких условиях была заполнена текстом “Сибирская тетрадь” Достоевского.

2. Описание метода

Предлагаемый метод реализует одно из направлений научной программы “Рукописное наследие”, разработанной в 1992 г. под непосредственным руководством Д.С. Лихачева (см. [20, с. 229–253]). В соответствии с проектом предполагается оцифровка рукописных документов с высоким разрешением и в особом режиме учета цветовой гаммы, что позволяет широко применять к их дальнейшему изучению средства ИТ-технологий. В частности, становится возможным составление спектрографического паспорта каждой страницы или конкретной записи в составе рукописи с точной фиксацией свойств физических носителей – бумаги и чернил, что открывает перспективу их сравнительно-аналитического описания с использованием математических инструментов и привлечения для этого специальных компьютерных программ. Результаты исследования оформляются в виде таблиц, демонстрирующих сходства и различия между физическими характеристиками страниц рукописи, указывая на возможные совпадения и/или расхождения во времени заполнения той или иной страницы рукописи. Особую ценность эти данные имеют в случае, если мы имеем дело с тетрадью, записи в которой делались непоследовательно, в разное время на разных страницах. Понятно, что в изучении продвижения творческого замысла писателя, который зафиксирован в его черновиках, принципиально важна последовательность, в которой одна запись предшествует другой.

Многие русские писатели XIX века использовали рабочие тетради, пометы в которых делались отнюдь не всегда в линейной и хронологической последовательности. Достоевский, например, любил листать свои, как он говорил, “старые книжки” (см. [7, т. 17, с. 7]), временами добавляя новый текст на страницах, уже заполненных

много лет назад. Отделить такие позднейшие наслоения от более ранних, казалось бы, возможно, лишь исходя из семантики этих записей; именно так поступают и по сей день текстологи, например, отбирая и группируя черновые рукописи для отдельных томов ПСС Достоевского. Предлагаемый метод анализа материальных носителей рукописи, бумаги и чернил, предоставляет новые возможности для уточнения информации о том, когда и в каком порядке делались записи в такого рода “рабочих тетрадях” или “записных книжках”.

Известно, что орешковые чернила, которыми пользовался писатель, делались кустарным или полукустарным методом; химически идентичных чернил, сделанных в разное время разными мастерами, не существовало. Как и все, Достоевский приобретал чернила регулярно и в небольших количествах. Кроме того, в его привычку входило разбавлять чернила водой (в более поздние годы, возможно, водой из самовара, который он обычно ставил в кабинете, работая по ночам). Тем самым спектральные характеристики чернил в различных записях получают различные цветовые характеристики, которые могут свидетельствовать о различных периодах и/или датах записей. Если визуально сравниваемый “цвет чернил”, как известно, не может служить прочной методологической основой для текстолога, условия для ошибки здесь более чем благоприятные, то спектрографический паспорт страницы предоставляет объективные данные, которые могут помочь в сравнительной идентификации страниц и записей в пределах одного текста или в сравнении с другим документом.

Опорными точками в создании таких сравнительно-типологических таблиц могут служить записи дат рукой Достоевского во всех известных к сегодняшнему дню автографах, где зафиксирована точная связь между определенным типом чернил и датой создания той или иной записи. Особенно ценным материалом в этом смысле могут служить письма, в которых, как правило, зафиксировано место и время создания текста, написанного чернилами с определенными спектрографическими характеристиками. К этим двум главным источникам информации о типе чернил, привязанным к определенным датам, необходимым для построения рабочих таблиц, следует прибавить сведения о биографии писателя, особенно – документально зафиксированные (включая архивные данные и мемуарную литературу). Они проясняют условия, при которых был создан тот или иной документ. Дополнительные, в ряде случаев полезные данные предоставляет возможность “внутреннего”,

безотносительно к датам, сравнительно-типологического анализа записей внутри документа. Он показывает динамику и последовательность записей в рукописи, в частности, может указать на особенности формирования текстовых блоков (кластеров), заполненных одновременно, “на одном дыхании”.

Настоящая работа представляет собой лишь первый шаг в освоении рукописей Достоевского с использованием IT-технологий. Вероятно, в будущем будет возможно создание спектрометрического описания всех типов чернил и каждого типа бумаги, которыми пользовался писатель. На основе выработанной таким образом базы данных можно будет идентифицировать каждую отдельную страницу, получая информацию о том, какими чернилами, привязанными к определенному периоду использования, была сделана та или иная запись. Для осуществления такой задачи будет необходимо тотальное сравнение спектрографических характеристик всех страниц рукописного фонда писателя по принципу “каждая с каждой”, и создание сравнительно-типологической базы данных, позволяющей легко находить сходные страницы внутри всего рукописного фонда писателя. Это позволит существенно уточнить наше представление о творческом процессе писателя и сделает значительно более точным, сравнительно с сегодняшним, прочтение рабочих тетрадей Достоевского.

Описываемый метод не является неким универсальным средством, способным ответить на все вопросы текстолога. Существует ряд ограничений. Относительно “Сибирской тетради”, например, они следующие: мало опорных дат в рукописи, а также писем с датами (например, в период с 1850 по январь 1854 г.), сопутствующих той или иной записи в “тетрадах” Достоевского. Не исключена и возможность ошибки, присущая всем вероятностно-статистическим методикам. Однако в значительном количестве случаев метод предоставляет текстологу объективные данные, которые нельзя получить никаким другим способом, учет которых, в совокупности с другими научными сведениями, позволяет сделать более точный вывод о времени создания той или иной записи в рукописи писателя. Следует также отметить, что данный метод не существует изолированно от других факторов, связанных с общей проблемой цифровой обработки рукописей писателя.

Фактически речь идет об отборе цифровых изображений в пределах большого объема данных на основе принципа сходства/различия спектральных характеристик, а также плотности

заполнения контрастными объектами, равномерности, яркости и гладкости изображения, соотношения контрастностей. Это позволяет, насколько возможно, сузить круг возможных вариантов, создать сравнительно-типологическое описание базы данных и, далее, отобрать группы изображений для дальнейшего исследования. Как уже указывалось, в силу того, что метод основан на статистических подсчетах и является вероятностным, теоретически возможны ошибки попадания в целевую группу объектов, не соответствующих указанным критериям, равно как и ошибки, связанные с непопаданием в группу соответствующих объектов. С другой стороны, это отчасти и эвристический метод, так как набор признаков, описывающих исследуемые объекты, определяется исследователем, прилагаящим к полученным данным результаты изучения объекта, добытые из иных источников. Техническим ограничением данного метода является требование подготовить исходную базу данных определенным образом: изображения должны быть оцифрованы в одинаковых условиях и приведены к одному масштабу. Позитивным моментом является то, что увеличение объема базы данных пропорционально уменьшает вероятность ошибок при подсчетах.

Практическое осуществление проекта потребовало решения двух принципиальных вопросов.

1. Выбор способа оцифровки, оборудования, а также связанного с ними метода предварительной обработки изображений. От этого зависит все дальнейшее движение исследования, так как предварительная обработка должна компенсировать объективно существующие дефекты оригиналов рукописей, возможную плохую сохранность, а также полностью соответствовать цели исследования. Применяемые метод, оборудование и предварительная обработка изображения должны также компенсировать дефекты, которые могут возникнуть в процессе оцифровки, такие как неравномерная яркость и контрастность, цифровой шум, возможное просвечивание или отпечатывание рукописных записей на оборотной стороне листа. Этот круг вопросов уже не раз рассматривался в специальной литературе, наметившей ряд путей по преодолению указанных трудностей [21, с. 148–149; 22, с. 132–140; 23, с. 21–26].

2. Выбор адекватного способа обработки изображения для автоматического распознавания текста. Необходимая для наших целей система обработки цифровых изображений рукописей не обязательно должна была создаваться “с нуля”. Она имела достаточно большую традицию в астрономии, геодезии, микробиологии, океанологии и других сферах науки; некоторые из принятых в

них методов применимы и при анализе рукописи [24, с. 125–132; 25; 26, с. 492–535; 27, с. 601–687].

В нашем случае, для сравнительно-аналитического описания спектрограмм “Сибирской тетради” Достоевского, требовалось выполнить задачу отбора (группировки) исследуемых записей на основе степени совпадения или сходства характеристик спектра физических носителей рукописи, чернил и бумаги – с применением автоматических методов группировки (классификации) объектов изучения. Классификация страниц рукописей по указанным выше характеристикам позволяет исследователю более точно оценивать степень релевантности гипотез, связанных со временем возникновения рукописей, одновременно создания некоторого набора страниц, выявления на листах рукописи пометок, сделанных другими чернилами и в другое время. Как уже указывалось, дополнительно, используя те же методы, был рассмотрен вопрос о сходстве/различии изучаемых объектов по плотности заполнения текстом, степени размывания чернил и некоторым другим качественным характеристикам. Тем самым задача перешла в ряд задач по распознаванию изображений [28, с. 21–31, 89–125; 29, с. 101–125]. Выполнение задачи осуществлялось в три этапа:

Подготовка базы данных цифровых копий рукописей, включая оцифровку, предварительную обработку и структурную организацию полученных изображений.

Оценка значений признаков, выбранных для типологического описания цифровых изображений рукописей.

Классификация цифровых изображений по выбранным критериям сходства.

При готовой базе данных осуществление 2-го и 3-го этапов становится возможным в пределах одной компьютерной программы, которая предоставляет удобный инструмент для выявления в базе данных конкретных изображений, соотносимых с определенным образцом, а также позволяет изучить группу изображений, совпадающих с выбранным критерием подобия. Учитывая большой объем работы, требующейся для выполнения задачи, существенно, что такая компьютерная программа значительно снижает затраты труда исследователя.

Для выполнения задачи необходимо было найти параметрическую модель, с помощью которой можно было бы различать отдельные участки рукописи. Для этого нужно представить в виде чисел внутренние характеристики области изобра-



Рис. 1. Типичная гистограмма яркости по цветам RGB для цифрового изображения рукописи. Фрагмент л. 4 “Сибирской тетради” Достоевского

Blue



Рис. 2. Выделение текста

Blue



Рис. 3. Выделение фона

ражения: цветовое распределение и текстуру. Выбираемые признаки должны быть как можно менее чувствительны к перемещению окна изображения по полю изображения, т.е. инвариантны к повороту и сдвигу. Наиболее часто используемый анализ такого рода основан на статистических свойствах гистограмм яркости [30, с. 483–485; 31, с. 7–18]. Использование гистограмм яркости для решения задач поиска изображений в больших базах данных имеет свои особенности [31, с. 209–215; 32, с. 358–361; 33, с. 460–472]. Эти условия и особенности были нами тщательно изучены и учтены. Гистограмма носит ярко выраженный 2-модовый вид, характеризующий распределения яркости для текста и фона. На рис. 1 (см. с. 24) приведен типичный вид гистограммы яркости в цветовом пространстве RGB (красный, зеленый, синий).

Признаки, описывающие вероятностные характеристики распределения цвета, яркости, соотношения контрастных объектов к фону исследуемого изображения, основаны на параметрах, описывающих гистограмму яркости [30, с. 483–485]. Ниже приведен состав признаков, основанных на параметрическом описании гистограмм яркости.

Мера средней яркости

$$m = \sum_{i=0}^{L-1} z_i p(z_i), \text{ где } z_i - \text{значение яркости} \quad (1)$$

Мера средней контрастности

$$\sigma = \sqrt{\mu_2(z)} \quad (2)$$

Мера относительной гладкости области

$$Sm = (1 - 1/(1 + \sigma^2))/(L-1)^2 \quad (3)$$

Мера асимметрии гистограммы яркости в данной области

$$\mu_3 = \sum_{i=0}^{L-1} (z_i - m)^3 p(z_i) \quad (4)$$

Мера равномерности (однородности) яркости в данной области

$$U = \sum_{i=0}^{L-1} p^2(z_i) \quad (5)$$

Мера случайности (энтропии) яркости в данной области

$$E = \sum_{i=0}^{L-1} p(z_i) \log_2 p(z_i) \quad (6)$$

Вектор признаков для каждой из цветовых составляющих гистограмм яркости может быть представлен, как

$$P = (v_i * p_i), \text{ где } v_i - \text{вес } i\text{-го признака } p_i. \quad (7)$$

Изменяя значения весов, можно выделять в векторе признаков необходимые характеристики.

Для означения и отдельного анализа распределения цветовых яркостей текста и фона выделяем необходимую составляющую из гистограммы и аппроксимируем выделенный участок (Рис. 2 и Рис. 3).

Для выделенных участков гистограммы выбираем параметрическое описание полученных распределений яркости. Параметрическое описание строится по статистическим моментам. Формула для нахождения n -го момента относительно статистического среднего имеет вид:

$$\mu_n = \sum_{i=0}^{L-1} (z_i - m)^n p(z_i),$$

где z_i – случайная величина значения яркости,

$p(z)$ – гистограмма распределения яркости в данной области,

L – число различных уровней яркости.

Вектор признаков для каждой из цветовых составляющих гистограмм яркости строится в соответствии с формулой “7”.

Для оценки разброса значений признаков и оценки достоверности используется метод



Рис. 4. Метод случайного выбора окна оценки признаков

статистических испытаний (метод Монте-Карло), позволяющий получить устойчивые оценки на весьма зашумленных источниках данных [34, с. 7–18]. В соответствии с этим методом, в окне изображения случайным образом выбирается ряд окон оценки признаков. Для каждого из них производится вычисление признаков, далее, на полученной случайной выборке оцениваются средние значения и дисперсия признаков. На рис. 4 схематически показано случайное перемещение окна на участке изображения рукописи, при этом вектор признаков вычисляется для каждого положения окна.

Выбор размера фрагмента страницы рукописи (“окна”) осуществляется на основании статистического метода оценки устойчивости признаков, что позволяет найти минимальный размер окна, достаточный для того, чтобы получать вполне устойчивые значения признаков, но не потерять в чувствительности признаков. При выборе участка анализа исключались дефектные зоны, связанные с плохой сохранностью страницы, выбирались участки страницы, не имеющие явных дефектов (со следами клея, испачканные чернилами, покрытые пятнами или сильно выцветшие). В случае хорошей сохранности страницы она бралась целиком (например, л. 2 тетради). Особым вопросом было цифровое разрешение и размеры анализируемого фрагмента. Изменение его площади приводит к изменению критерия: увеличение площади анализируемого фрагмента ведет к возрастанию точности измерения, слишком малая площадь порождает возможность ошибки. Проведенные пробы с фрагментами различных размеров, снятых с различным разрешением, привели

нас к выводу, что 2000×2000 пикселей (в данном случае занимающие около $2/3$ страницы “Сибирской тетради”) дают приемлемый результат, дисперсия значений признаков при дальнейшем увеличении разрешения практически не увеличивается.

На этом этапе – для обеспечения чистоты эксперимента – не принимались во внимание известные девять дат, которые находятся в автографе. Были проанализированы все страницы “Сибирской тетради”, с 1 по 28, а также все имеющиеся к настоящему моменту оригиналы писем Достоевского – с 1854 по 1859 г. Каждое из 84 писем получило свой код, в котором была зафиксирована дата его написания, из каждого взят фрагмент, вычисленный по определенной программе как наиболее характерный, принятый в качестве опорного ориентира. Результатом проведенной работы стала схема относительной хронологии, фиксирующая простую последовательность в смене чернил и/или перерывов в работе; зафиксированы несколько относительно однородных участков, соответствующих подходам автора к заполнению тетради. Вычислен критерий числа “d”, которое указывает на степень близости/удаленности того или иного фрагмента от образца (на графике оно обозначено двухмерной моделью). Далее, с помощью специально разработанной программы, были найдены участки, которые обнаруживают сходство в спектральных характеристиках (в виде числа: чем оно меньше, тем выше сходство между листами документов).

Основная проблема заключается в том, что сама страница (или участок страницы) имеет различные спектрографические характеристики на различных участках, наблюдается разброс характеристик внутри одной страницы или даже одной записи. Необходимо было выявить такие параметры отбора, между которыми не было бы сильной корреляционной связи; коррелируемые, они оказываются избыточными. Необходимо было найти систему *независимых* параметров. В этом выборе мы опирались на уже имеющийся опыт обработки цифровых изображений при аэрофотосъемке; эти параметры более всего подошли для выполнения нашей задачи. В каждом из параметров учету подлежали 18 значений, по шесть на красный, голубой и зеленый цвета.

Далее – с получением исходных параметров оценивания – стало возможно перейти к построению типологии. Для этого был использован метод классификации по критерию минимума расстояния. Этот метод доказал свою эффективность при решении задач, для которых классы характеризу-

ются ограниченной степенью изменчивости [28, с. 89–125]. Такой выбор представляется вполне обоснованным, поскольку общий класс изображений, выбранный для исследования, заведомо ограничен группой цифровых копий страниц письменного текста [35, с. 14–40; 36, с. 88–104]. Далее, при использовании метода кластерного анализа, объекты изучения были объединены в группы, связанные с определенными критериями. Это позволило перейти к интерпретации полученных данных.

Существенное значение в кластерном анализе имеет выбор масштаба (единиц измерения признаков). Для решения проблемы сравнимости шкал измерения признаков производится предварительная стандартизация переменных. Стандартизация или нормирование приводит значения всех преобразованных переменных к единому диапазону значений путем выражения через отношение этих значений к некоей величине, отражающей определенные свойства конкретного признака. Был использован следующий способ нормирования исходных значений признаков x_i :

$$z_i = (x_i - \bar{x})/s,$$

где $\bar{x}$, s – соответственно среднее и среднеквадратическое отклонение x .

Наряду со стандартизацией переменных существует вариант придания каждой из них определенного коэффициента важности (веса), который бы отражал значимость соответствующей переменной. В роли такого “веса” могут выступать, например, данные о рукописи, полученные из других источников или с помощью иных методов изучения. Полученные произведения нормированных переменных на соответствующие веса позволяют получать расстояния между точками в многомерном пространстве с учетом неодинакового веса переменных.

Для количественной оценки сходства в кластерном анализе применяется категория *метрики*: сходство или различие между классифицируемыми объектами выражается метрическим расстоянием между ними. Объект, описываемый k признаками, может быть представлен как точка в k -мерном пространстве; его сходство с другими объектами будет обозначено в виде цифры, обозначающей его удаленность/близость относительно выбранного эталона [37, с. 30–35].

Основные способы описания сближения/удаления объектов относительно друг друга приведены в таблице 1, где $\mathbf{x}$ – вектор признаков размерности $\mathbf{m}$.

Евклидово расстояние (геометрическое расстояние в многомерном пространстве) геометри-

Таблица 1

Показатели	Формулы
Евклидово расстояние	$d_{Eij} = \left(\sum_{l=1}^m (x_i^l - x_j^l)^2 \right)^{1/2}$
Квадрат евклидова расстояния	$D_{Eij}^2 = \sum (x_i^l - x_j^l)^2$
Расстояние Чебышева	$d_{lij} = \max_{l < i, j < l} x_i^l - x_j^l $

чески лучше всего объединяет объекты в шарообразных скоплениях.

Квадрат евклидова расстояния (квадрат евклидова расстояния путем возведения в квадрат стандартного евклидова расстояния) используется для придания больших весов более отдаленным друг от друга объектам.

Расстояние Чебышева используется, когда необходимо определить два объекта как “различные” в случае, если они отличаются по какому-то одному измерению.

Использование кластерного анализа, на основании данных признаков объектов, позволяет распределить множество объектов на $\mathbf{m}$ кластеров (групп), так, чтобы каждый объект принадлежал одному и только одному подмножеству: объекты, принадлежащие к одному и тому же кластеру, были бы сходными, в то время как объекты, принадлежащие разным кластерам, были бы разнородными. Решением задачи кластерного анализа являются разбиения, удовлетворяющие некоторому критерию оптимальности. Критерий, выражающий уровни желательности различных разбиений и группировок, называют целевой функцией. В качестве целевой функции может быть взята внутригрупповая сумма квадратов отклонения:

$$W = \sum (\mathbf{x}_j - \bar{\mathbf{x}})^2 = \sum \mathbf{x}_j^2 - 1/n (\sum \mathbf{x}_j)^2,$$

где $\mathbf{x}_j$ – представляет собой измерения j -го объекта.

Кластер в пространстве признаков имеет следующие характеристики: центр, радиус, среднеквадратическое отклонение, размер. Центр кластера – это среднее геометрическое место точек в пространстве переменных. Радиус кластера – максимальное расстояние точек от центра кластера. Размер кластера может быть определен либо по радиусу кластера, либо по среднеквадратичному отклонению объектов для этого кластера. Согласно нашему методу, объект относится к кластеру, если расстояние от объекта до центра кластера меньше радиуса кластера.

Таблица 2

Лист руко- писи	Номера запи- сей	D	s
1	4, 6, 7	0	0
1 об.	9–13	0.088367	0.066195
2	19–24	0.053245	0.016045
2 об.	30–36	0.028466	0.011466
3	37–42	0.065646	0.010618
3 об.	47–51	0.17299	0.017595
4	56–57	0.049172	0.017133
4 об.	62–66	0.032142	0.007982
5	69–73	0.14805	0.012751
5 об.	75–77	0.13378	0.019261
6 об.	90–92	0.13358	0.016206
7	96–103	0.051367	0.012648
7 об.	107–113	0.13416	0.046526
8	118–123	0.086432	0.020952
8 об.	127–132	0.054601	0.015378
8 об.	124–128	0.054725	0.01558
9	133–137	0.079467	0.009729
9 об.	145–150	0.054575	0.021739
10	151–153	0.051275	0.01362
10 об.	158–163	0.089286	0.030461
11	168–173	0.045509	0.0024898
11 об.	179–182	0.17925	0.018604
12	189–194	0.15615	0.019586
12 об.	200–204	0.14842	0.024234
13	207–212	0.072777	0.019085
13 об.	220–225	0.20758	0.037844
14	231–235	0.07712	0.022285
14	226–232	0.20187	0.022148
14 об.	242–245	0.087887	0.023168
15	246–250	0.069518	0.01656
15 об.	258–263	0.1252	0.033364
16	268–273	0.13783	0.01812
16 об.	274–278	0.085712	0.0087715
16 об.	278–281	0.51631	0.014548
17	282–286	0.40387	0.041791
18	300–302	0.31464	0.011375
18	302–306	0.29982	0.029864
18	297–303	0.29422	0.026635
18 об.	307–312	0.3618	0.029705
19 об.	327–329	0.31393	0.019053
19 об.	329–333	0.40852	0.048852

Таблица 2 (окончание)

Лист руко- писи	Номера запи- сей	D	s
20	337–342	0.17697	0.026108
20	334–338	0.17554	0.018331
20 об.	346–349	0.2568	0.034558
21	354–357	0.24548	0.012769
21	350–354	0.2017	0.018913
21 об.	361–365	0.13869	0.01359
22	370–372	0.11232	0.018572
22	366–370	0.093734	0.0076491
22 об.	377–380	0.087663	0.026347
23	383–385	0.071407	0.027296
23	384–389	0.49205	0.030836
23 об.	390–395	0.13511	0.016082
23 об.	395–399	0.12183	0.024797
24	404–409	0.11879	0.013716
24	399–405	0.14405	0.031034
24 об.	411–415	0.10404	0.015231
25	425–431	0.39532	0.052539
25 об.	436–440	0.55613	0.024629
25 об.	439–444	0.66039	0.042286
26	445–449	0.65549	0.028605
26 об.	455–458	0.40584	0.03315
27	459–463	0.3521	0.011274
27	463–467	0.16957	0.022153
27 об.	472–478	0.10758	0.0051145
28	479–485	0.15453	0.01736
28	483–486	0.27498	0.039424

3. Результаты исследования “Сибирской тетради” Достоевского с использованием метода кластерного анализа.

С учетом этих исходных параметров и с применением описанных выше методов был проведен сравнительно-типологический анализ всех страниц “Сибирской тетради” по принципу “каждая с каждой”, что дало возможность построения сводной таблицы, демонстрирующей в числовом выражении сходства и отличия. Ниже приведена цитата из этой таблицы, показывающая сравнение со всеми страницами “Сибирской тетради” одной из них – л. 1.

Данные представляют значения **d** – нормализованных расстояний в пространстве признаков от выбранного объекта, а также **s** – среднеквадра-

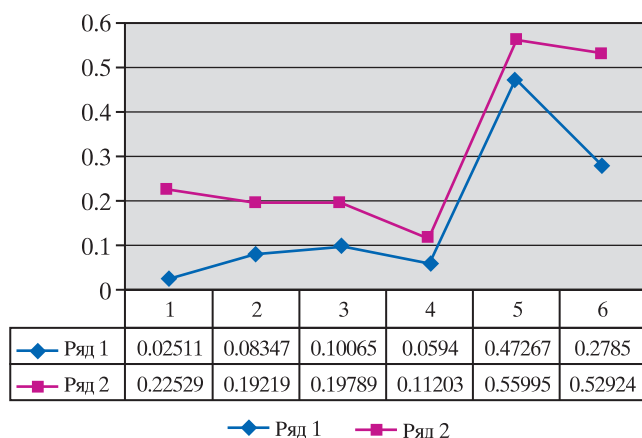


Рис. 5. Диаграмма рассеяния расстояний d для зоны лл. 15–17 ($d - 3*s$, $d + 3*s$) на участке рукописи от № 258 до № 286, фиксирующая резкое изменение характеристик изображения, вызванное перерывом в заполнении тетради.

Пространство между рядами “1” и “2” показывает границы случайности, пределы флуктуации значений, измеряемых параметром “ s ”.

тичных отклонений от d . Под однородностью мы будем понимать временную последовательность значений d , не выходящую за установленные границы. Критерием группировки являются интервалы значений d . Результатом подсчета страниц “Сибирской тетради” стала большая база данных, из которой в данном случае приведена лишь малая часть – расстояния d и разброс расстояний s от вектора признаков фрагментов л. 1 рукописи по отношению к остальным страницам тетради. Хронологическая последовательность в заполнении

Фрагменты листов рукописи, соответствующие точкам 1–6 на рис. 5.1–5.6

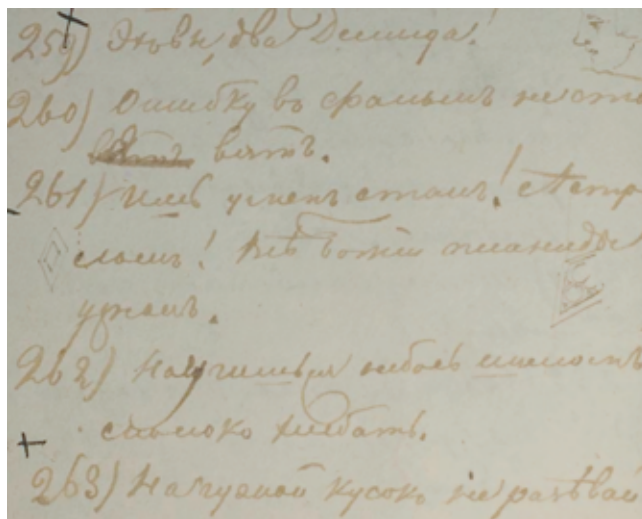


Рис. 5.1. Фрагмент л. 15 об. “Сибирской тетради”, соответствующий точке 1 на рис. 5.

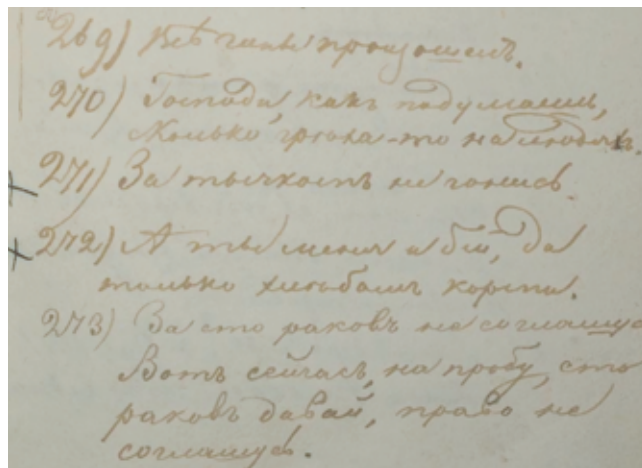


Рис. 5.2. Фрагмент л. 16 “Сибирской тетради”, соответствующий точке 2 на рис. 5.

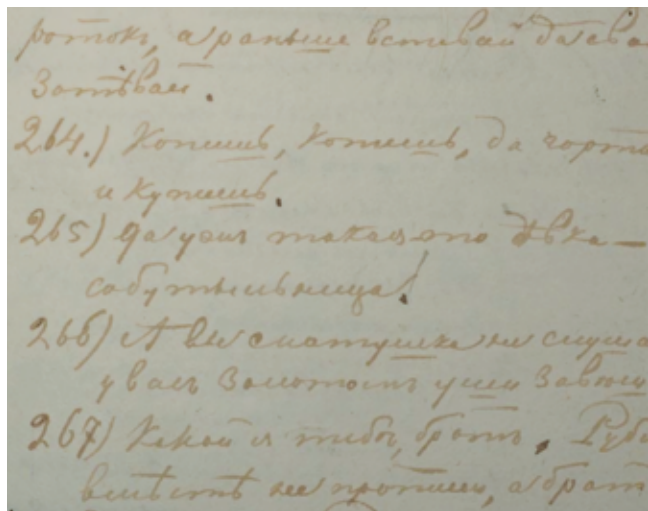


Рис. 5.3. Фрагмент л. 16 “Сибирской тетради”, соответствующий точке 3 на рис. 5.

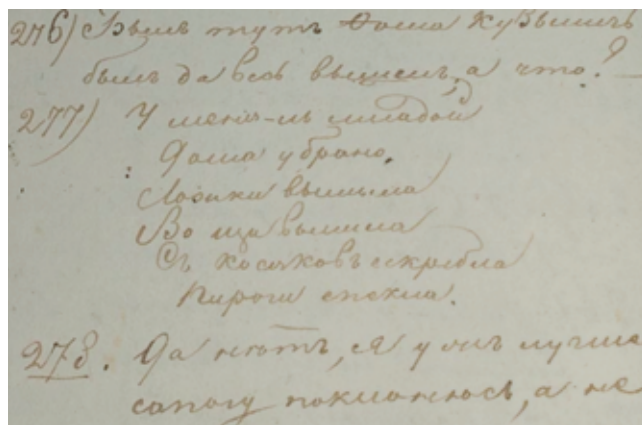


Рис. 5.4. Фрагмент л. 16 об. “Сибирской тетради”, соответствующий точке 4 на рис. 5.

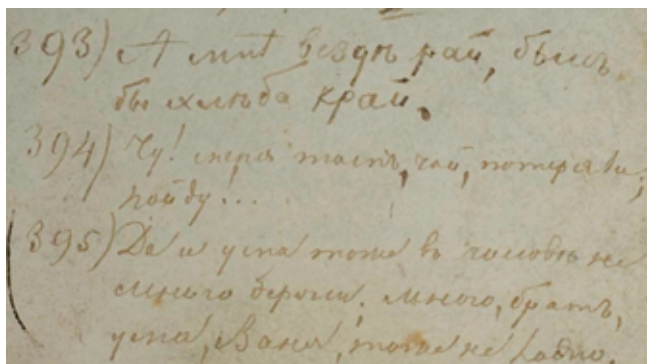


Рис. 6.1. Фрагмент л. 23 об. "Сибирской тетради", соответствующий точке 1 на рис. 6.

страниц с 1 по 15 об. указывает на их близость в рамках указанного критерия; это позволяет заключить, что страницы написаны в один прием, единовременно. Следующая однородная группа образуется со страницы 16 до страницы 19.

Резкое изменение значения **d** индексирует изменения качественных характеристик рукописи, вызванных перерывом в работе, сменой чернил и/или письменных принадлежностей.

"**d**" указывает на степень отличия между страницами, выраженными в числовом виде;

"**s**" указывает среднеквадратичное относительное расстояние между страницами, фиксируя стабильность полученного результата.

Данные указывают на возможность автоматизированного выявления участков однородности в ряде фрагментов рукописи, а также выявления участков с разнородными включениями и фиксации изменения спектральных характеристик страницы рукописи. Относительный, в пределах одного документа, анализ рукописного текста, даже в условиях полного отсутствия авторских дат (или при сознательном их игнорировании) со всей отчетливостью указывает на возможность точного установления ритма заполнения писателем своей "тетради". Этот метод, базирующийся на изучении совместного распределения яркости по цветам фона (бумаги) и чернил, успешно работает на материале с одинаковыми или близкими характеристиками фона и оказывается приемлемым для сравнительно-типологического описания страниц "тетради". Для решения задачи сравнения листов рукописи, написанных на различной бумаге, необходимо выделять составляющие распределения, касающиеся чернил или фона (бумаги).

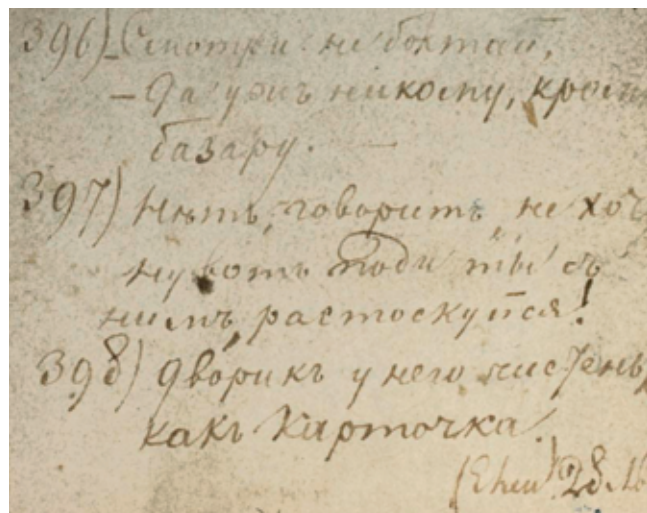


Рис. 6.2. Фрагмент л. 23 об. "Сибирской тетради", соответствующий точке 2 на рис. 6.

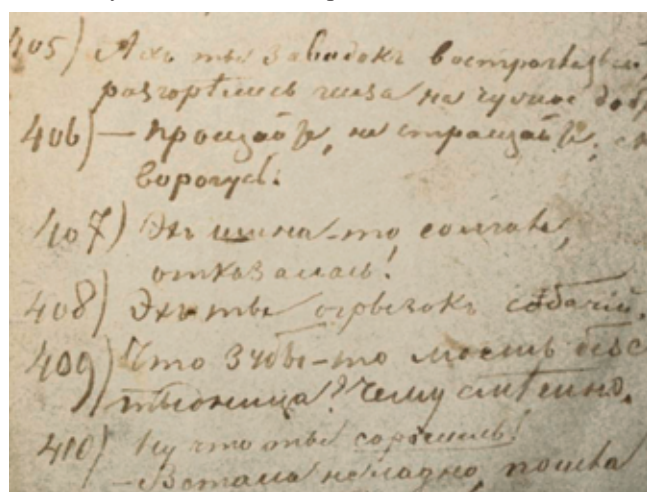


Рис. 6.3. Фрагмент л. 24 "Сибирской тетради", соответствующий точке 3 на рис. 6.

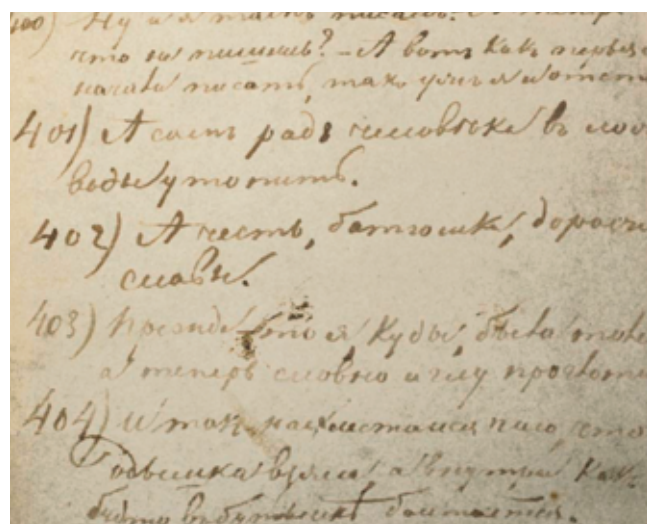


Рис. 6.4. Фрагмент л. 24 "Сибирской тетради", соответствующий точке 4 на рис. 6.

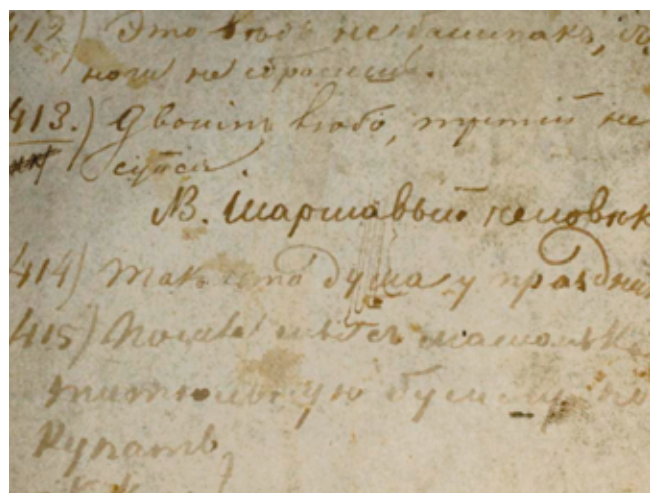


Рис. 6.5. Фрагмент л. 24 об. "Сибирской тетради", соответствующий точке 5 на рис. 6.

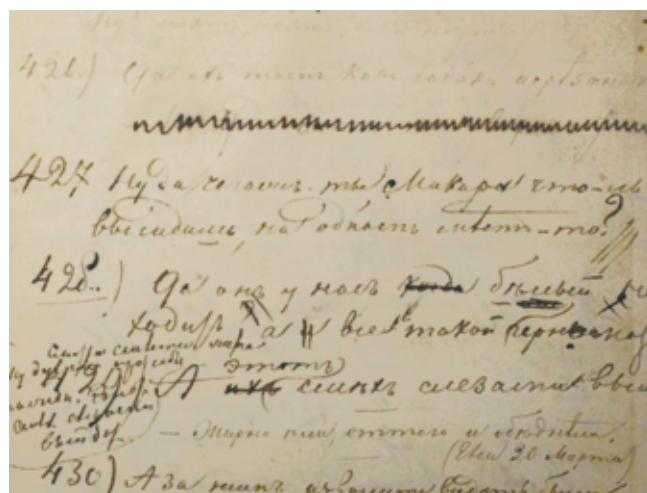


Рис. 6.7. Фрагмент л. 25 "Сибирской тетради", соответствующий точке 7 на рис. 6.

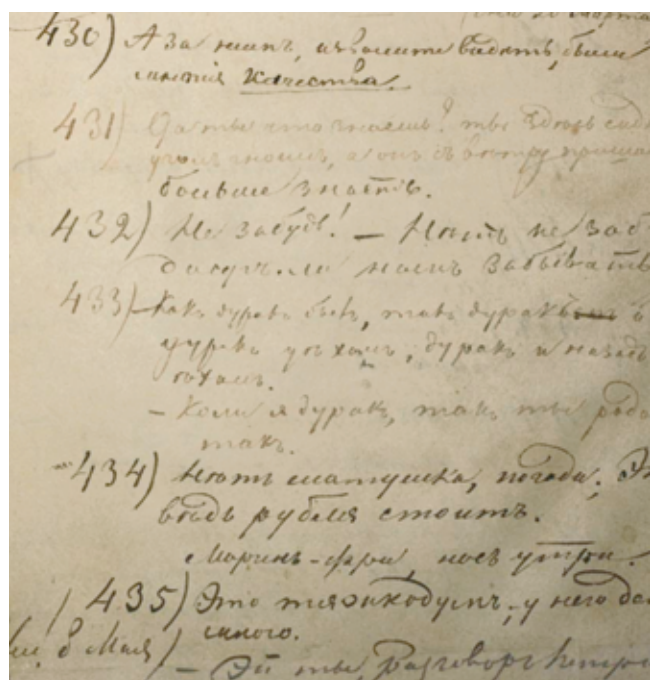


Рис. 6.6. Фрагмент л. 25 "Сибирской тетради", соответствующий точке 6 на рис. 6.

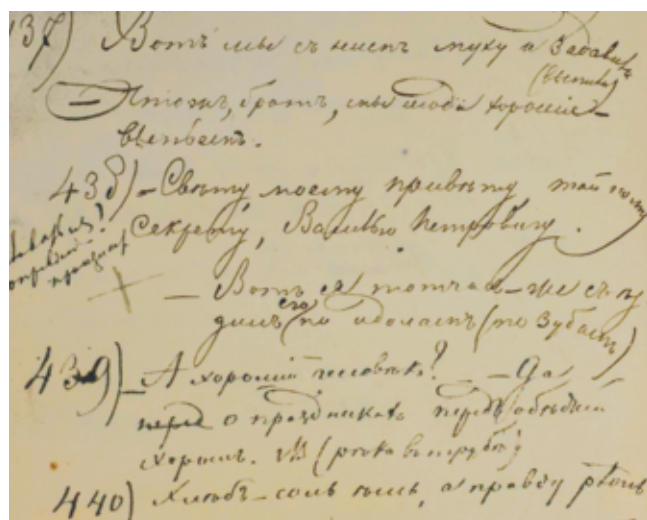


Рис. 6.8. Фрагмент л. 25 об. "Сибирской тетради", соответствующий точке 8 на рис. 6.

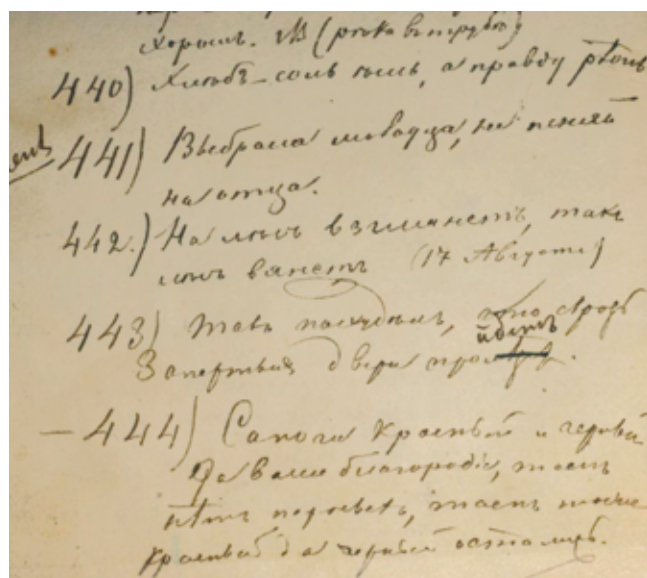


Рис. 6.9. Фрагмент л. 25 об. "Сибирской тетради", соответствующий точке 9 на рис. 6.

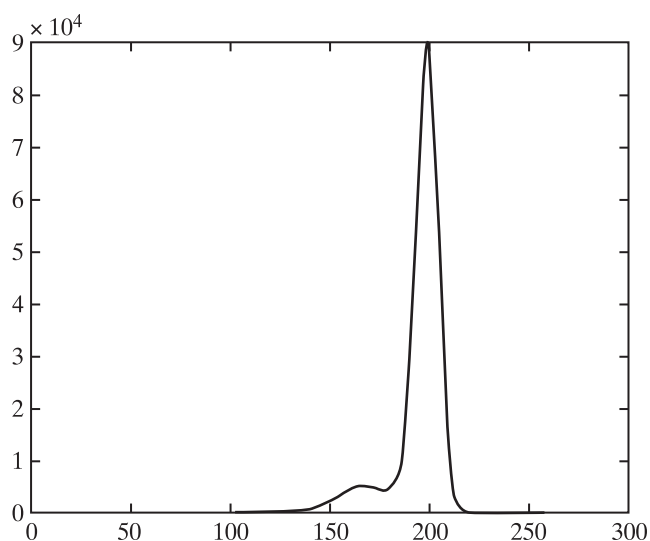


Рис.7. Гистограмма яркости фрагмента рукописи для одной цветовой составляющей и выделение участка распределения яркостей текста: участок 150–200 – чернила, участок 185–250 – бумага.

4. Результат спектрографического изучения чернил в “Сибирской тетради” Ф.М. Достоевского

На предыдущих этапах мы анализировали страницу рукописи Достоевского, не разделяя бумагу и чернила, принимая их в едином комплексе, в общих характеристиках цветов и яркости. В данном случае мы сосредотачиваемся на чернилах как отдельном объекте анализа. Для спектрографической характеристики чернил, составляющих текст

“Сибирской тетради”, необходимо в двухмодовой гистограмме распределения из гистограмм яркости по составляющим RGB выделить участки распределения левой моды.

Выделение составляющей распределения цветowych яркостей текста из общей гистограммы представлено на рис. 7.

Далее проводится анализ однородности страниц рукописи “Сибирская тетрадь” по статистическим свойствам распределения цветовой яркости текста, написанного орешковыми чернилами. Выделенный участок гистограммы описывается с использованием статистического подсчета, на основании полученных данных строится вектор признаков в пространстве RGB и определяются условные расстояния между анализируемыми фрагментами.

В табл. 3 приведена часть матрицы оценок критерия **d** и **s**.

В таблице выделены статистически однородные участки, что может указывать на написание данного участка в одно время. Резкое изменение значений критериев указывает на смену чернил (и/или разрыв во времени).

Следует учитывать, что кластерный анализ дает относительные оценки близости сравниваемых объектов. Для проверки предположения, что сравниваемые пары распределений яркости близких по своим характеристикам объектов относятся к одной генеральной совокупности, были применены статистические методы проверки гипотез. Распределение яркости по цветовым составляю-

Таблица 3

Лл.	Номера записей	d	S	d	s	d	s	D	s
1	4,6,7	0	0						
1 об.	9–13, 17–19	0.096769	0.004983	0	0				
1 об.	12–17, 19–24	0.18109	0.020351	0.2175	0.058292	0	0		
2	19–24	0.050489	0.016544	0.073274	0.027361	0.19895	0.013141	0	0
2	17–20	0.13059	0.025184	0.10487	0.058569	0.30397	0.017244	0.10811	0.019439
2 об.	25–32, 37–42	0.12201	0.016955	0.060302	0.060166	0.26075	0.013333	0.079288	0.006711
2 об.	30–36, 42–46	0.09052	0.013728	0.055653	0.041726	0.20968	0.014143	0.046827	0.006508
3	42–46	0.086559	0.019268	0.054586	0.051848	0.22277	0.025216	0.046403	0.00848
3	37–42	0.1307	0.023733	0.07138	0.074515	0.28555	0.026268	0.094871	0.026859
3 об.	47–51, 56–57	0.11529	0.007212	0.082408	0.021739	0.19458	0.012575	0.078678	0.008844
3 об.	51–55	0.1202	0.009471	0.077367	0.029737	0.20457	0.018209	0.079566	0.006831
4	57–58	0.096482	0.009816	0.078134	0.036341	0.16947	0.022071	0.067415	0.002941
4	56–57	0.10946	0.007058	0.089711	0.021127	0.16875	0.013202	0.083062	0.010461
4 об.	59–63	0.13696	0.0156	0.071777	0.033613	0.25338	0.017035	0.094033	0.010575
4 об.	62–66	0.11563	0.025958	0.10334	0.069689	0.12701	0.027539	0.10285	0.027517

Таблица 3 (продолжение)

Лл.	Номера записей	d	S	d	s	d	s	D	s
5	69–73	0.14826	0.020273	0.13927	0.063574	0.12025	0.015444	0.13891	0.019093
5	67–69	0.15178	0.020593	0.13338	0.054369	0.14098	0.014368	0.13518	0.008092
5 об.	75–77	0.13555	0.004297	0.10882	0.030883	0.16639	0.019436	0.10903	0.004589
6 об.	90–92, 96–102	0.12222	0.008585	0.082473	0.038156	0.17648	0.018421	0.094411	0.006135
6 об.	92–95, 101–106	0.10581	0.006555	0.076505	0.0357	0.17586	0.020128	0.07523	0.004479
7	101–106	0.11636	0.023614	0.12622	0.069881	0.097683	0.014762	0.11852	0.0018
7	96–103	0.08666	0.015551	0.085128	0.020762	0.17892	0.030436	0.054331	0.009854
7 об.	107–113	0.13384	0.028476	0.1397	0.072481	0.087263	0.019885	0.13633	0.012729
8	118–123	0.11229	0.0233	0.066003	0.05873	0.23352	0.03206	0.071635	0.008944
8	116–118	0.13392	0.013943	0.12843	0.038984	0.13685	0.023993	0.11733	0.021692
8 об.	127–132	0.11785	0.027986	0.063405	0.061547	0.26528	0.018304	0.077501	0.008037
8 об.	127–132	0.16915	0.026113	0.10227	0.072557	0.31515	0.021265	0.13194	0.01407
8 об.	124–128	0.16915	0.026113	0.10227	0.072557	0.31515	0.021265	0.13194	0.01407
9	136–140	0.24111	0.023722	0.18632	0.076253	0.40217	0.023681	0.21299	0.025627
9	133–137	0.18882	0.020076	0.1271	0.071173	0.34289	0.018883	0.15529	0.020774
9 об.	141–146	0.35019	0.074599	0.29189	0.11662	0.50829	0.085081	0.32503	0.091924
9 об.	145–150	0.25496	0.033403	0.19515	0.063906	0.41114	0.021345	0.22447	0.014283
10	152–157	0.16793	0.022747	0.10643	0.075665	0.32264	0.025707	0.13463	0.02484
10	151–153	0.25018	0.024935	0.19093	0.066476	0.40723	0.009491	0.21987	0.006422
10 об.	158–163	0.19799	0.029854	0.14133	0.061036	0.35726	0.018004	0.16631	0.019249
10 об.	162–167	0.26605	0.034084	0.21564	0.064056	0.43103	0.020979	0.23993	0.017237
11	172–178	0.20054	0.030777	0.19982	0.079456	0.095597	0.010678	0.202	0.019113
11	168–173	0.17828	0.038605	0.11802	0.058237	0.33409	0.02991	0.14429	0.028852
11 об.	179–182	0.14073	0.004822	0.10412	0.026971	0.18057	0.005965	0.11279	0.003247
11 об.	181–184	0.16907	0.01195	0.097191	0.039348	0.2793	0.008068	0.12704	0.008467
12	189–194	0.15469	0.039209	0.1604	0.070156	0.10725	0.031999	0.14854	0.040857
12	185–189	0.14944	0.020958	0.14339	0.06221	0.11796	0.017832	0.1403	0.01482
12 об.	195–202	0.11948	0.014513	0.094669	0.056114	0.14372	0.021412	0.10118	0.020758
12 об.	200–206	0.093369	0.007981	0.080013	0.020559	0.1761	0.015176	0.061693	0.004208
13	212–217	0.074885	0.007163	0.070263	0.02743	0.1871	0.016139	0.036974	0.009676
13	207–212	0.11763	0.017827	0.056668	0.05564	0.24727	0.017582	0.0746	0.010014
13 об.	220–225	0.12009	0.019346	0.05771	0.046357	0.26074	0.01405	0.078362	0.010521
14	231–235	0.12195	0.017279	0.058709	0.069802	0.27272	0.023525	0.085044	0.022714
14	226–232	0.109	0.023647	0.10959	0.056792	0.12308	0.013564	0.10062	0.012361
14	236–241	0.10699	0.006105	0.0623	0.038824	0.19774	0.024921	0.069161	0.004629
14 об.	242–245	0.14806	0.019458	0.08766	0.060893	0.3032	0.00577	0.11268	0.010055
15	250–252	0.094702	0.011613	0.091158	0.021163	0.16383	0.018659	0.067723	0.015247
15	246–250	0.14476	0.035126	0.15606	0.077759	0.086965	0.030588	0.14571	0.034683
15 об.	253–258	0.11179	0.009852	0.058447	0.033682	0.2085	0.023815	0.072542	0.007226
15 об.	258–263	0.11807	0.02459	0.056752	0.021937	0.23196	0.041314	0.079953	0.012318
16	268–273	0.18991	0.026058	0.12539	0.075983	0.34119	0.020239	0.15538	0.01687
16	264–268	0.1293	0.021563	0.12825	0.039237	0.13399	0.02935	0.11426	0.030118
16 об.	274–278	0.32982	0.041556	0.27343	0.059928	0.48964	0.035155	0.30247	0.03434
16 об.	278–281	0.78805	0.058787	0.73701	0.053644	0.95353	0.053736	0.77523	0.039566
17	286–291	0.66116	0.066565	0.60769	0.064629	0.82404	0.06045	0.64375	0.049151
17	282–286	0.71713	0.050059	0.66497	0.058911	0.8814	0.043562	0.70223	0.030934
17 об.	293–295	0.56765	0.058646	0.51426	0.05527	0.73047	0.054675	0.5479	0.046721
18	300–	0.66797	0.045988	0.61479	0.057631	0.83114	0.036499	0.6515	0.022427
18	302–306	0.23145	0.070732	0.16439	0.060716	0.36544	0.073421	0.19309	0.062539

Таблица 3 (окончание)

Лл.	Номера записей	d	S	d	s	d	s	D	s
18	296–303	0.42762	0.058707	0.37233	0.069626	0.58772	0.04903	0.40317	0.041042
18 об.	307–312	0.17528	0.023193	0.10158	0.012741	0.28476	0.032186	0.13546	0.018094
18 об.	311–318	0.23295	0.055321	0.16606	0.063038	0.37605	0.050958	0.19668	0.042042
19 об.	327–329	0.47723	0.026922	0.42327	0.073728	0.63954	0.018225	0.45647	0.025191
19 об.	329–338	0.60518	0.048911	0.55497	0.055698	0.77117	0.042337	0.58821	0.032577
20	337–342	0.34691	0.025155	0.28991	0.071889	0.50546	0.022356	0.32094	0.027499
20	334–338	0.14158	0.008283	0.10404	0.026751	0.18297	0.005853	0.11365	0.005322
20 об.	343–346	0.40307	0.06738	0.34992	0.071276	0.56582	0.056838	0.37903	0.049995
20 об.	346–349	0.3786	0.056016	0.32542	0.068277	0.54164	0.046953	0.35425	0.040867
21	354–357	0.44584	0.044561	0.39281	0.076344	0.60893	0.028713	0.42399	0.01914
21	350–354	0.30808	0.017985	0.24674	0.05127	0.46251	0.015783	0.27854	0.022014
21 об.	358–362	0.3421	0.028784	0.28541	0.052204	0.50161	0.019393	0.31536	0.017954
21 об.	361–365	0.27354	0.024998	0.20678	0.068002	0.41932	0.014799	0.24011	0.012554
22	370–372	0.30467	0.030177	0.25076	0.072508	0.46694	0.0146	0.27871	0.00929
22	366–370	0.34473	0.092464	0.28327	0.10144	0.49669	0.08343	0.31451	0.072603
22 об.	373–376	0.34912	0.03528	0.30165	0.060852	0.51674	0.023927	0.32684	0.020217
22 об.	377–380	0.39148	0.023757	0.34387	0.054971	0.55923	0.013997	0.37065	0.013653
23	384–389	0.32172	0.029959	0.27585	0.072365	0.49064	0.014131	0.30007	0.010498
23	383–385	0.15666	0.037607	0.088138	0.088206	0.28599	0.054907	0.11843	0.037393
23 об.	390–395	0.37929	0.02385	0.33528	0.068163	0.54953	0.014727	0.36025	0.017566
23 об.	395–399	0.066419	0.016267	0.071825	0.033523	0.22305	0.008788	0.033739	0.003169
24	404–410	0.1199	0.034569	0.090148	0.079204	0.28895	0.033327	0.09356	0.030878
24	399–405	0.10632	0.020078	0.083801	0.054424	0.27608	0.015118	0.079927	0.01842
24 об.	411–415	0.18179	0.025182	0.13212	0.07762	0.34573	0.028252	0.1535	0.028751
25	430–435	0.21307	0.088686	0.21284	0.10602	0.39051	0.070876	0.20596	0.060827
25	425–431	0.71827	0.036808	0.67996	0.049838	0.89289	0.029621	0.71051	0.019388
25 об.	436–440	0.71082	0.071938	0.67554	0.068222	0.88684	0.063747	0.70355	0.051676
25 об.	439–444	0.72729	0.039574	0.69044	0.061087	0.90235	0.028654	0.72047	0.015804
26	448–452	0.75991	0.071872	0.71996	0.070231	0.93368	0.062058	0.75172	0.048189
26	445–449	0.82064	0.012535	0.77918	0.060763	0.99349	0.01271	0.81474	0.028875
26 об.	453–454	0.68655	0.045581	0.64717	0.057818	0.86042	0.035812	0.67724	0.023555
26 об.	455–458	0.72032	0.046871	0.68216	0.072765	0.89476	0.032248	0.71294	0.020599
27	463–467	0.5134	0.066562	0.47312	0.062411	0.68651	0.056776	0.49866	0.05083
27	459–463	0.46006	0.050841	0.41963	0.097887	0.63258	0.044599	0.44591	0.051037
27 об.	472–478	0.45139	0.055172	0.42488	0.058221	0.62966	0.04549	0.44177	0.041315
28	483–486	0.62619	0.027308	0.59284	0.065184	0.80299	0.013331	0.61913	0.014795
28	479–485	0.44981	0.038592	0.41892	0.083201	0.62668	0.044729	0.43984	0.053133

щим RGB близко к нормальному, что позволяет воспользоваться двухвыборочным t -критерием [38, с. 332–350] для попарного сравнения средних значений распределения яркости из отобранных на предыдущих этапах фрагментов “тетради”. При выделении из общего распределения, составляющей яркости чернил было получено разбиение гистограммы на 100 интервалов. В этом случае значение степени свободы $f = 98$.

Подтверждаются результаты проверки гипотезы о том, что средние распределения по яркости

анализируемых пар фрагментов совпадают, на выбранном уровне значимости 0,5 % (см. табл. 4, с. 36).

Результаты сравнения по t -критерию показывают, что различия между анализируемыми фрагментами рукописи в распределении яркости по цветам оказываются весьма незначительными. Это указывает на то, что раздел “Сибирской тетради” от пункта № 1 до пункта № 268 (первые 16,5 стр. “тетради”) был написан единовременно.

Таблица 4. Демонстрирует данные сравнения распределения яркостей для фрагментов “Сибирской тетради”, для того раздела рукописи, который на предыдущих этапах работы был определен как однородный

		R	G	B
Фрагм.1	стр.2			
Фрагм.2	стр.15			
s – оценка дисперсии		0.0022	0.0028	0.0036
t – критерий		3.6159	1.5652	1.756
f – степени свободы		98	98	98
		>t(0.05%, 98)	<t(0.5%, 98)	<t(0.5%, 98)
Фрагм.1	стр.2			
Фрагм.2	стр.4			
s – оценка дисперсии		0.0016	0.0022	0.003
t-критерий		0.636	0.7445	2.1128
f – степени свободы		98	98	98
		<t(0.5%, 98)	<t(0.5%, 98)	<t(0.5%, 98)
Фрагм.1	стр. 1			
Фрагм.2	стр. 13			
s – оценка дисперсии		0.0015	0.0022	0.0034
t – критерий		2.1294	1.4763	2.6041
f – степени свободы		98	98	98
		<t(0.5%, 98)	<t(0.5%, 98)	<t(0.5%, 98)

5. Сравнительные значения расстояний в пространстве признаков для спектрограмм чернил “Сибирской тетради” и писем Ф.М. Достоевского 1854–1859 гг.

Таблица 5

	d	S	D	s	d	s	D	s
Лл. тетради	1 об.	1 об.	2	2	2 об.	2 об.	15 об.	15 об.
ID письма	0	0	0	0	0	0	0	0
540222	0.51499	0.003784	0.47017	0.005141	0.5312	0.011301	0.50017	0.013479
540222	0.22445	0.017158	0.18068	0.018102	0.24038	0.014333	0.20963	0.013713
540327	0.39489	0.019672	0.35296	0.019089	0.41099	0.010064	0.37947	0.007144
540327	0.15395	0.017768	0.10223	0.015235	0.16369	0.00942	0.14514	0.00487
540730	0.15585	0.010479	0.11377	0.012003	0.17153	0.002591	0.14079	0.004307
541106	0.28243	0.00976	0.22806	0.009668	0.29486	0.002185	0.27213	0.00464
541106	0.33032	0.010327	0.27591	0.00806	0.34251	0.005103	0.32016	0.006904
550415	0.32408	0.006049	0.27138	0.007272	0.3383	0.005225	0.31183	0.008163
550514	0.038905	0.016129	0.084919	0.016346	0.021802	0.009941	0.052471	0.007508
550604	0.22971	0.005234	0.18191	0.008005	0.24462	0.01431	0.21549	0.016725
550814	0.089249	0.010841	0.03553	0.009637	0.10264	0.002764	0.081003	0.003503
550821	0.67112	0.016109	0.62613	0.015435	0.68747	0.007285	0.65644	0.004512
550821	0.24489	0.018486	0.20819	0.018718	0.26081	0.009771	0.22896	0.006602
550821	0.13556	0.014649	0.092295	0.011319	0.14086	0.011741	0.13286	0.009251
550823	0.067485	0.0117	0.017091	0.006819	0.079822	0.002878	0.061608	0.002036
551217	0.22094	0.013084	0.16884	0.011451	0.23429	0.005158	0.20857	0.004435
560118	0.37715	0.009535	0.33291	0.008766	0.39348	0.005134	0.36244	0.006306
560118	0.28881	0.008861	0.33026	0.008149	0.27175	0.005641	0.30355	0.005977
560323	0.23321	0.022497	0.18166	0.020899	0.24837	0.012638	0.22137	0.009636
560324	0.18095	0.003234	0.12848	0.005249	0.1918	0.008695	0.17131	0.010932

Таблица 5 (продолжение)

	d	S	D	s	d	s	D	s
Лл. тетради	1 об.	1 об.	2	2	2 об.	2 об.	15 об.	15 об.
ID письма	0	0	0	0	0	0	0	0
560413	0.24411	0.023914	0.19644	0.023885	0.25982	0.013058	0.23015	0.010071
560523	0.10917	0.006974	0.063866	0.007815	0.12469	0.008144	0.09548	0.010798
560714	0.71435	0.009191	0.67124	0.008247	0.73083	0.00608	0.69939	0.006655
560721	0.53698	0.012353	0.49151	0.013031	0.55315	0.004492	0.52231	0.003244
561109	0.46577	0.011893	0.42101	0.010839	0.48211	0.006438	0.45114	0.006628
561109	0.36291	0.008674	0.31532	0.00907	0.37836	0.00375	0.34847	0.006002
561221	0.51938	0.017661	0.47772	0.018285	0.53596	0.007728	0.50435	0.004525
561222	0.32482	0.013271	0.27385	0.0157	0.34004	0.004724	0.31208	0.00536
561222	0.36	0.017584	0.30838	0.019745	0.37458	0.011984	0.34704	0.010672
561222	0.38031	0.017923	0.33234	0.017056	0.39566	0.009032	0.36597	0.00594
570125	0.41804	0.009204	0.37093	0.009179	0.43399	0.006273	0.40375	0.007195
570223	0.21182	0.009695	0.16405	0.007091	0.21795	0.003207	0.20777	0.002967
570309	0.1215	0.007719	0.067761	0.006351	0.13484	0.006664	0.111	0.008261
570309	0.16262	0.016051	0.19406	0.017889	0.14593	0.007733	0.17603	0.006734
570315	0.2918	0.008413	0.2411	0.007003	0.30627	0.005896	0.27843	0.008211
570420	0.26993	0.009563	0.22053	0.011809	0.28352	0.007292	0.25634	0.008467
570601	0.19766	0.016013	0.15611	0.014843	0.21375	0.006379	0.18249	0.004822
570601	0.13158	0.003375	0.0922	0.00615	0.14756	0.008524	0.11643	0.011045
570729	0.38829	0.023446	0.33593	0.02236	0.40247	0.013493	0.37571	0.009811
570831	0.22815	0.010596	0.19044	0.010699	0.24383	0.003544	0.21226	0.003118
570907	0.23761	0.056183	0.27895	0.059073	0.22023	0.046127	0.25126	0.044284
571103	0.17067	0.010417	0.11876	0.015007	0.18244	0.012611	0.15963	0.014308
571123	0.027627	0.003391	0.070548	0.008253	0.026441	0.001356	0.028022	0.004822
571130	0.14623	0.013832	0.13908	0.011425	0.15911	0.009478	0.13006	0.006659
580111	0.1104	0.006532	0.15857	0.009612	0.0937	0.006303	0.1246	0.008646
580118	0.12545	0.006594	0.09351	0.003383	0.12611	0.003405	0.12367	0.003369
580208	0.071786	0.014922	0.049274	0.005821	0.087934	0.005923	0.063233	0.0036
580301	0.1486	0.003181	0.16726	0.003344	0.14515	0.003568	0.14343	0.001409
580301	0.1519	0.008756	0.09824	0.008032	0.16383	0.002675	0.14199	0.00495
580315	0.21361	0.016138	0.18182	0.016002	0.22908	0.007135	0.19712	0.005356
580508	0.15718	0.00855	0.11912	0.011024	0.17317	0.003628	0.14166	0.005958
580517	0.30869	0.01324	0.25754	0.010192	0.32317	0.009156	0.29555	0.009038
580531	0.2153	0.008014	0.16641	0.007003	0.23073	0.006656	0.20169	0.008372
580719	0.29293	0.014598	0.24271	0.014309	0.30835	0.007118	0.2798	0.005486
580831	0.41172	0.018547	0.3716	0.018501	0.42775	0.008645	0.39602	0.006853
580913	0.25738	0.008704	0.20616	0.007375	0.27155	0.005988	0.2443	0.008374
581212	0.53988	0.015186	0.48921	0.015044	0.55521	0.006135	0.5267	0.003614
581213	0.35243	0.006555	0.30065	0.00521	0.36677	0.006524	0.33952	0.009244
590314	0.60845	0.005634	0.56181	0.007749	0.6244	0.007788	0.59388	0.009873
590411	0.48365	0.007239	0.441	0.007155	0.50002	0.005339	0.46855	0.007211
590509	0.34143	0.00804	0.305	0.007188	0.3577	0.007585	0.32562	0.007685
590630	0.35305	0.014323	0.30772	0.015528	0.36855	0.006524	0.33805	0.004948
590701	0.47107	0.009938	0.42832	0.011838	0.48743	0.002758	0.45595	0.004337
590824	0.17635	0.028035	0.12447	0.02879	0.18959	0.018388	0.16407	0.014377
590919	0.43614	0.012094	0.39303	0.011863	0.45243	0.003756	0.42106	0.004485

Таблица 5 (окончание)

	d	S	D	s	d	s	D	s
Лл. тетради	1 об.	1 об.	2	2	2 об.	2 об.	15 об.	15 об.
ID письма	0	0	0	0	0	0	0	0
590922	0.46562	0.009528	0.41914	0.008084	0.48168	0.019197	0.45113	0.021808
591001	0.35024	0.005487	0.30659	0.005338	0.36643	0.015629	0.33524	0.01814
591002	0.26167	0.008655	0.26084	0.009738	0.27389	0.004652	0.24743	0.004277
591004	0.38966	0.007009	0.35974	0.004973	0.40583	0.015773	0.37381	0.016957
591004	0.55981	0.00872	0.52263	0.010314	0.57605	0.006504	0.54398	0.006648
591011	0.34327	0.020979	0.32428	0.020338	0.35817	0.013948	0.32739	0.011986
591014	0.35849	0.00819	0.34707	0.009194	0.37226	0.007856	0.34331	0.00534
591018	0.3714	0.007549	0.34879	0.007981	0.38689	0.004445	0.35556	0.003496
591020	0.34936	0.012447	0.30865	0.011809	0.36566	0.005897	0.33396	0.004203
591020	0.3376	0.009665	0.3248	0.009352	0.35185	0.006218	0.32236	0.003944
591031	0.39068	0.0056	0.36342	0.007904	0.40663	0.013397	0.37482	0.014647
591102	0.3613	0.006402	0.33261	0.008433	0.37731	0.005137	0.34534	0.005832
591102	0.60371	0.017529	0.55643	0.016998	0.61945	0.007807	0.58919	0.004722
591112	0.64659	0.015529	0.5971	0.013899	0.66213	0.008656	0.63282	0.007001
591119	0.543	0.017118	0.50013	0.016483	0.55935	0.008793	0.52787	0.006265

Таблица 6

		R	G	B
Фрагм. 1	Л. 2			
Фрагм. 2	550814			
s – оценка дисперсии		0.0018	0.0023	0.0034
t-критерий		1.3747	1.8493	2.0544
f – степени свободы		98	98	98
		<t(0.5%, 98)	<t(0.5%, 98)	<t(0.5%, 98)
Различие		Незначимо	Незначимо	Незначимо
Фрагм. 1	Л.2			
Фрагм. 2	550823			
s – оценка дисперсии		0.0018	0.0025	0.0037
t-критерий		0.8491	1.838	2.4667
f – степени свободы		98	98	98
		<t(0.5%, 98)	<t(0.5%, 98)	<t(0.5%, 98)
Различие		Незначимо	Незначимо	Незначимо

Данная оценка качественного сближения спектрограмм между страницами “Сибирской тетради” и письмами Ф.М. Достоевского 1854–1860 гг., полученная методами распознавания образов, является относительной. Как и в первом случае, при анализе однородности рукописи, для уточнения полученных данных о сходстве распределений яркости изучаемых объектов были использованы статистические методы проверки гипотез.

Распределение яркости по цветовым составляющим RGB близко к нормальному, что позволяет воспользоваться двухвыборочным t-критерием для попарного сравнения средних значений распределения яркости из отобранных на предыдущих этапах анализа. Гистограмма распределения яркости выделенной составляющей разбита на 100 интервалов, значение степени свободы при оценке t-критерия равно 98.

Таблица 9. Группировка страниц “Сибирской тетради” Ф.М. Достоевского

Кластер (группа)	Страницы рукописи	Номера записей
1	1–16	4–268
2	16–17	274–300
3	18	302–318
4	19–23	327–389
5	23–25	390–425
6	25–28	425–485

времени относится начало систематического чтения произведений русской литературы, вышедших за истекшие годы, хотя тяготы солдатской жизни не прекращаются – он сообщает брату о совершенном отсутствии времени и сил для творческих занятий [39, с. 200; 7, т. 28, ч. 1, с. 179–180]. Летом 1854 г. барон Врангель привозит Достоевскому новую порцию книг из Петербурга, но в это время писатель был так загружен службой, что “едва находил время спать” [39, с. 201; 7, т. 28, ч. 1, с. 182]. Зимой 1854–1855 г. напряжение несколько спадает, Достоевский входит в семипалатинский “свет” [40, с. 19], хотя особых надежд на возвращение к нормальной жизни у него еще не было. Эти надежды появились 12 марта 1855 года, когда Достоевский узнал о смерти Николая I, что обещало скорую амнистию. Возможно, именно тогда он и подумал о некой систематизации своих осторожных записей, часть из которых, вероятно, хранилась у него в виде разрозненных листочков бумаги, часть – в памяти – в целях дальнейшего использования их в будущей литературной работе.

31 марта 1855 года был опубликован известный приказ военного министра о “льготах и милостях”, который в ноябре 1855 года привел к производству ссыльного писателя в унтер-офицеры. Находясь в состоянии радостного ожидания возможности вернуться к литературе, летом 1855 года Достоевский пишет стихотворение “На 1 июля 1855 года” [7, т. 2, с. 407–408], наслаждаясь свободой, много ездит – на медеплавильный завод, в город Змиев: “появляется больше времени для досуга. Солдатам дан отдых” [39, с. 210]. Во второй половине лета 1855 года Достоевский много читает [39, с. 219], и, видимо, возвращение в русскую литературу, пока еще только в виде читателя, заставило его подумать о новых произведениях, практическим подспорьем для которых могли бы послужить его осторожные впечатления, в частности, речевые формулы простонародной языковой стихии.

Таким образом, июль–август 1855 года был первым периодом в жизни Достоевского за последние 5 лет, когда он не только получил возможность переписывания своих каторжных листочков, но и, очевидно, был мотивирован для этого. Эта датировка подтверждается спектрографическим исследованием рукописи.

Обратим внимание на те девять дат, которые встречаются в тетради, наиболее ранняя – 5 июля <1855 г.>, и последняя, самая поздняя, – 6 сентябр<я> (1860 г.?).

Первая из них (“Еheu, 5 июля <1855 г.>”, запись № 387, л. 23 “тетради”) относится ко времени, когда уже $\frac{3}{4}$ тетради были переписаны большими блоками (первые четыре кластера по нашей классификации), и дальнейшие записи ложились в тетрадь, видимо, поступая туда из коммуникативного опыта Достоевского как солдата, унтер-офицера и прапорщика. Латинское междометие “Еheu” (“Увы”), со всей очевидностью связывает этот период с тяжкими проблемами, сопровождавшими все годы Достоевского в Семипалатинске. Возможно, с его взаимоотношениями с М.Д. Достоевской. Слова “ожидание”, “надежда” и “отъезд”, помимо “Еheu” органически входящие в эти девять дат, укрепляют нас в таком предположении. Заметим, что Достоевский и далее, вернувшись из ссылки, помечал этим словом в своих тетрадях самые горестные дни своей жизни, смерти любимых и дорогих ему людей: 25 сентября 1864 г. смерть Аполлона Григорьева, а еще ранее – жены Марии Дмитриевны 16 апреля 1864 года.

Вторая дата в тетради: “Еheu, 28 августа” <1855 г.> (Запись № 398, л. 23 об.)

Третья: “Еheu, 20 марта” <1856> (№ 429, л. 25)

Четвертая: “Еheu, 8 мая” <1856>” (№ 435, л. 25)

Пятая: “17 августа” <1856>” (№ 442, л. 25 об.)

Шестая: “Еheu 26 сентября <18>56. Ожидание” (№ 450, л. 26)

Седьмая: “Еheu 19 декабря <1856> Надежда!” (№ 459, л. 27)

Восьмая: “11 мая <?>” (№ 469, л. 27 об.)

Девятая: “Еheu, Отъезд М <аши> 6 сентябр<я> <1>860” (№ 486, л. 28) [7, т. 4, с. 246–248].

То, что первая из этих дат входит в запись № 387, позволило В.П. Владимирцеву и Т.И. Орнатской сделать вывод о том, что заполнение “Сибирской тетради” началось много раньше 1855 года. Хотя, в случае, если писатель при переписывании пользовался пачкой отдельных листоч-

ков, заполненных в разное время и лежащих в произвольном порядке, эта логика не работает: на переписывание №№ 1–387 записей, пусть даже в самом медленном ритме, нужно не более 3 часов. С другой стороны, мы знаем, что Достоевский безо всякого почтения к своим “старым книжкам” делал в них записи, часто не относящиеся к их содержанию и никак не связанные с находящимися в них текстами. К такого рода записям может относиться и “знаменательная” дата, на которой строит свою датировку В.Н. Захаров: “отъезд М.<аши> 6 Сентябр<я> 860”⁴. Запись № 486 “Не твоего ума дело”, предшествующая вышеуказанной дате, уже никак не связана с “тюремным” или “солдатским” фольклором, она появилась в конце тетради явно намного позже остальных записей, что заставляет подумать о том, что таковой, возможно, была реплика М.Д. Достоевской при общении со своим мужем.

Соберем полученные данные в одно целое. Как указывает авторская дата, 5 июля 1855 года Достоевский уже заполнил большую часть (23 из 28 лл.) своей “тетради”. Записи на лл. 1–16, согласно результатам спектрографического анализа, были сделаны с мая по август 1855 года. Можно сделать вывод, что лл. 1–16 “Сибирской тетради” были переписаны Достоевским одновременно, и, вероятно, в июле 1855 года. Далее, как уже указывалось некоторыми исследователями, писатель отчеркнул записанный материал горизонтальной чертой, и заполнял “тетрадь” от случая к случаю в несколько приемов (указанных в таблице кластеров 2–6). Одновременно, с помощью дат и мнемонического знака “Еheu”, он вел своеобразный дневник, возможно, своих взаимоотношений с М.Д. Исаевой-Констант:

Второе “Еheu”, скорее всего, связано со смертью А.Я. Исаева и бедственным положением его вдовы, о чем он писал того же 23 августа в письме А.Я. Врангелю.

Третье “Еheu”, от 20 марта 1856, связано с полученным от М.Д. Исаевой письмом, скрытым предложением жениться на ней [7, т. 28, с. 212], и “ужасным, отчаянным” ответом Достоевского [39, с. 219–220].

⁴ По мнению В.Н. Захарова, Достоевский сохранял “Сибирскую тетрадь” в Евангелии [41, с. 579]. Не исключено и то, что те клочки бумаги, с которых была в 1855 году переписана “Сибирская тетрадь”, в острые годы также хранились в Евангелии, подаренном Н.Д. Фовизиной.

Четвертое и пятое “Еheu”, от 8 мая и 17 августа 1856 объяснить пока невозможно, в силу отсутствия биографических данных этих периодов.

Шестое “Еheu” от 26 сентября 1856 г., легко объясняется сопутствующей записью “Ожидание”, связанного с будущим производством Достоевского в офицеры (что и произошло как раз 26 сентября 1856 года) [39, с. 227].

Седьмое: “Еheu”, от 19 декабря 1856 г., с сопутствующим словом “Надежда!”, по всей видимости, относится к мечтам Достоевского о женитьбе на М.Д. Исаевой. В это время, получив унтер-офицерский чин, он просит руки Исаевой [39, с. 216].

Восьмая запись даты (“11 мая” <1857 г.>), что характерно, уже не имеет слова “Еheu”: Достоевский получает радостное известие о получении им прав потомственного дворянина и возможности печататься в литературных журналах [7, т. 28, ч 1, с. 295].

Девятая: “Еheu, Отъезд М <аши> 6 сентябр<я> <1>860” (№ 486, л. 28), скорее всего, сделана уже после возвращения в Петербург, указывая на то, что писатель еще не завел себе следующую записную книжку, которая появилась у него чуть позже, осенью 1860 года⁵. Видимо, с середины 1857 г. до сентября 1860 г. в “Сибирской тетради” Достоевский номерных записей не делал, но вписывал в тетрадь отдельные слова и сделал несколько рисунков, некоторые из которых также имеют более позднее происхождение.

* * *

Авторы выражают глубокую благодарность руководителю НИРО РГБ В.Ф. Молчанову, директору РГАЛИ Т.М. Горяевой, заведующему отделом рукописей РНБ А.И. Алексееву и заведующей рукописным отделом ИРЛИ РАН Т.С. Царьковой за содействие в работе группы и разрешение на копирование необходимых материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Фокин П.* “Неприбранный классик” // Федор Достоевский. Записные книжки. М., 2000.
2. *Громыко М.М.* Сибирские знакомые и друзья Ф.М. Достоевского. 1850–1854 гг. Новосибирск, 1985.
3. *Мартыанов П.К.* Дела и люди века. Отрывки из старой записной книжки, статьи и заметки. Т. 3. СПб., 1896.

⁵ ГБР. 93.1.2.7.(68 лл., 10 ч.), “Записная книжка 1860–1862 гг.”

4. *Вайнерман В. С.* Достоевский и Омск. Омск, 1991.
5. *Пиксанов Н.К.* Достоевский и фольклор // Советская этнография. 1934. № 1–2.
6. *Гроссман Л.П.* Первая записная книжка Достоевского: Сибирская тетрадь // Звенья: Сб. материалов и документов по истории литературы, искусства и общественной мысли XIX в. Т. 6. М.; Л., 1936.
7. *Достоевский Ф. М.* Полное собрание сочинений в 30 т. Л.: Наука, 1972–1990.
8. *Иванчикова Е.А.* “Тетрадка каторжная” Ф.М. Достоевского // Русская речь. 1987. № 6.
9. *Достоевский Ф.М.* Моя тетрадка каторжная (Сибирская тетрадь). Красноярск, 1985.
10. *Михнюкевич В.А.* Русский фольклор в художественной системе Ф.М. Достоевского. Челябинск, 1994.
11. *Владимирцев В.П., Орнатская Т.И.* Сибирская записная тетрадь Достоевского // Достоевский Ф.М. Моя тетрадка каторжная (Сибирская тетрадь). Красноярск, 1985.
12. *Туниманов В. А.* Творчество Достоевского. 1854–1862. Л., 1980.
13. *Белов С.В.* Федор Михайлович Достоевский: Кн. для учителя. М., 1990.
14. *Якушин Н.И.* “Сибирская тетрадь” Ф.М. Достоевского // Труды Сталинского государственного педагогического института. Т. 3 (Сер. филологическая). Сталинск, 1960.
15. *Косенко П.П.* Сердце остается одно. Достоевский в Казахстане. Алма-Ата, 1969.
16. *Палашиенков А.Ф.* По местам Ф.М. Достоевского в Омске. Омск, 1965.
17. *Розенблюм Л.М.* Творческие дневники Достоевского. М., 1981.
18. Достоевский в воспоминаниях современников. Т. 1. М., 1964.
19. *Опочинин К.Н.* Беседы с Достоевским // Звенья. Т. 6. М.; Л., 1936.
20. *Барит К.А.* Идеография в рукописи писателя и проект “Рукописное наследие” // Проблемы текстологии и эдиционной практики. Опыт французских и русских исследователей. М., 2003. С. 229–253.
21. *Баженов С.Р., Алексеев В.Н., Бородихин А.Ю., Дергачева-Скоп Е.И., Шабанов А.В.* Создание цифровых коллекций редких книг и рукописей из сибирских хранилищ // Труды конференции “Новые технологии в информационном обеспечении науки”. М., 2001.
22. *Масевич А.Ц., Савельев Е.А., Багажнов А.К.* К созданию электронных коллекций старопечатных книг в библиотеке Российской академии наук: на примере работы над двумя проектами // Труды конференции “Новые технологии в информационном обеспечении науки”. М., 2001.
23. *Соловьев В.Д.* Электронная коллекция древних книг и рукописей: Исследования по информатике. Выпуск 4. Казань, 2003.
24. *Южиков В. С.* Об одном методе предварительной обработки изображений старопечатных текстов // Исследования по информатике. Вып. 9. Казань, 2005.
25. *Южиков В.С.* Автоматизированная система реставрации и обработки изображений старопечатных текстов и рукописей. Российский научный электронный журнал “Электронные библиотеки”. 2006. Том 9. Выпуск 5. <http://www.elbib.ru/index.phpml?page=elbib/rus/journal/2006/part5/Yuzhikov>
26. *Прэнт У.* Цифровая обработка изображений. В 2 кн. Пер. с англ., под ред. Д.С. Лебедева. М., 1982.
27. *Гонсалес Р., Вудс Р.* Цифровая обработка изображений. М., 2005; Методы компьютерной обработки изображений. Сб. ст. под ред. В.А. Соифера. М., 2003.
28. *Ту Дж., Гонсалес Р.* Принципы распознавания изображений. М., 1997.
29. *Ту Дж., Гонсалес Р.* Принципы распознавания образов. М., 1978.
30. *Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С.* Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. М., 2006.
31. *Байгарова Н.С., Бухштаб Ю.А.* Проект “Кинолетопись России”: представление и поиск видеoinформации. I Всероссийская конференция “Электронные библиотеки”. СПб., 1999.
32. *Башков Е.А., Шозда Н.С.* Поиск изображений в больших БД с использованием коэффициента корреляции цветowych гистограмм // Труды 12-й Международной конференции “ГрафиКон’2002”. Нижний Новгород, 2002.
33. *Башков Е.А., Костюкова Н.С.* Модифицированный алгоритм поиска изображений по их цветовому содержанию. IV Международная научно-техническая конференция “Кибернетика и технологии XXI века”. Воронеж, 2003.
34. *Бусленко Н.П., Шрейдер Ю.А.* Метод статистических испытаний (Монте-Карло) и его реализация на вычислительных машинах. М., 1961.
35. *Дюрбан Б., Одел П.* Кластерный анализ. М., 1977.
36. *Жамбю М.* Иерархический кластер-анализ и соответствия. М., 1988.
37. *Мандель И.Д.* Кластерный анализ. М., 1988.
38. *Хальд А.* Математическая статистика с техническими приложениями. М., 1956.
39. *Летопись жизни и творчества Ф.М. Достоевского.* В трех томах. Т. 1. 1821–1864. СПб., 1993.
40. *Врангель А.Е.* Воспоминания о Ф.М. Достоевском в Сибири. 1854–1856. СПб., 1912.
41. *Захаров В.Н.* Воскрешение из мертвых // Достоевский Ф.М. Поли. собр. соч.: В 18 т. Т. 3. Произведения (1850–1862). М., 2005.