

Государственный научно-исследовательский
Институт реставрации
Музей фресок Дионисия

Ферапонтовский сборник

VI

 ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ИНДРИК»
Москва 2002

1327887

ИСПОЛЬЗОВАЛ ЛИ ДИОНИСИЙ ФЕРАПОНТОВСКИЕ ГАЛЬКИ ДЛЯ РОСПИСЕЙ ЦЕРКВИ РОЖДЕСТВА БОГОРОДИЦЫ В ФЕРАПОНТОВЕ?

Росписи церкви Рождества Богородицы в Ферапонтове, созданные великим художником Дионисием, уже в течение длительного времени вызывают бурные дискуссии о происхождении пигментного сырья. Данная работа касается земляных пигментов в росписях и происхождения их возможного сырья.

Для настенных росписей церкви характерны две важные особенности: во-первых, значительная часть росписей выполнена земляными пигментами; во-вторых, количество цветов и оттенков в красочных слоях, содержащих земляные пигменты, достигает по некоторым оценкам 150–200.

Это колористическое многообразие красочных слоев с земляными пигментами породило 2 альтернативных концепции по поводу сырьевого источника этих пигментов в церкви Рождества Богородицы.

Основные положения этих концепций можно суммировать следующим образом.

Концепция 1

1. Все земляные пигменты в красочных слоях настенных росписей церкви Рождества Богородицы приготовлены из местных цветных галек, в изобилии встречающихся в окрестностях села Ферапонтова.

2. Все земляные пигменты в красочных слоях являются натуральными, то есть получены без обжига, лишь за счет процессов отмучивания и растирания.

3. Для пигментов каждого цвета и оттенка мастера применяли отдельные гальки, так что наблюдаемое колористическое разнообразие красочных слоев с земляными пигментами в росписях обусловлено многообразием цветов и оттенков местных галек.

4. Многие современные художники растирали гальки и использовали их в качестве земляных пигментов в самодельных красках. Колористические особенности полученных модельных красочных слоев и росписей церкви Рождества оказались близкими.

Концепция 2

1. Вряд ли такой мастер как Дионисий считал целесообразным использование местных галек: во-первых, средневековая традиция весьма жестко регламентировала материалы и технологические приемы настенной живописи, так что применение нестандартных местных галек было бы излишней и нерациональной новацией; во-вторых, в соответствии с технологической традицией для росписи церкви Рождества мастерам отводилось слишком мало времени, чтобы тратить его на сбор галек и приготовление пигментов; в-третьих, технологические свойства феррапонтовских галек и их поведение в красочных слоях не могли быть известны Дионисию. Поэтому, чтобы живопись отвечала высочайшим технологическим стандартам, Дионисий должен был бы приспособиться к новым, мало известным для него живописным пигментам.

2. Количество типов земляных пигментов было сравнительно невелико, а разнообразие цветов и оттенков в «земляных» красочных слоях росписей было достигнуто за счет обычного смешения пигментов в одном слое, а также с помощью различных специфических живописных приемов, включая применение техники многослойной живописи.

3. Применялись как натуральные, так и искусственно обожженные пигменты. Этот прием позволяет увеличить разнообразие пигментов, а также увеличивает их стабильность.

4. В соответствии с этой концепцией более вероятно, что Дионисий привез с собой хорошо известные ему высококачественные пигменты и широко использовал при работе с ними разнообразные приемы живописной техники.

До недавнего времени аргументы как сторонников, так и противников каждой из вышеуказанных концепций носили чисто умозрительный характер.

Однако очевидно, что подтвердить или опровергнуть справедливость каждой из этих концепций могли лишь сравнительные экспериментальные исследования галек из Феррапонтова и

земляных пигментов из соответствующих красочных слоев в росписях церкви Рождества Богородицы.

В 1983—1987 годах в Отделе реставрации темперной живописи и Лаборатории физико-химических исследований ГосНИИР под руководством О. В. Лелековой было предпринято комплексное экспериментальное исследование росписей церкви Рождества Богородицы в Ферапонтове.

Сравнительное исследование земляных пигментов в красочных слоях настенных росписей и галек из села Ферапонтова — одна из частей этого комплексного исследования. В данной работе детально описаны результаты исследования ферапонтовских галек, а также сравнительного исследования земляных пигментов в этих гальках и красочных слоях росписей церкви Рождества.

1. Методические проблемы сравнения земляных пигментов в красочных слоях и пигментном сырье

Для галек как потенциально возможного пигментного сырья характерны следующие особенности:

1. Гальки — это осадочные породы. Во время оледенения ледники принесли эти породы с Севера в район села Ферапонтова, а также раздробили и отшлифовали их в форме округлых кусков.

2. Осадочные породы являются результатом выветривания магматических или метаморфических горных пород под действием влаги, окислительной атмосферы, света, ферментов микроорганизмов и других агентов. Сначала происходит деструкция магматических и/или метаморфических горных пород, в результате которой они дробятся на осколки различных размеров от огромных глыб до молекул и ионов. Затем осколки выносятся текущими водами в местности с пониженным рельефом. После этого в водных резервуарах происходят седиментация (осаждение) осколков, а также физико-химические процессы вторичного синтеза минералов при взаимодействии различных противоположно заряженных катионов и анионов.

3. Специфические условия образования порождают важнейшую характерную особенность этих пород: они представляют собой естественный конгломерат различных минеральных компонентов. Иногда в осадочных породах присутствуют также и органические компоненты.

4. Наряду с хроматическими компонентами в осадочных породах галек содержатся также неокрашенные материалы, которые являются нежелательным балластом в пигментном сырье.

Для земляных пигментов в красочных слоях настенных росписей характерны следующие особенности:

1. Земляные пигменты — часть конгломерата компонентов, образующих композиционную структуру красочного слоя.

2. Помимо земляных пигментов, в красочном слое содержатся различные минеральные и органические компоненты, внесенные в него при формировании из красок: минеральные вяжущие, органические связующие, другие «неземляные» пигменты.

3. Земляные пигменты очень тесно связаны с другими компонентами в композиционной структуре красочного слоя.

Таким образом, земляные пигменты в гальках и в красочных слоях находятся в различных условиях, поскольку являются неодинаковыми составляющими этих двух материалов. Их сравнение в двух пигментных источниках является непростой методической проблемой.

Чтобы объективно и надежно сравнивать земляные пигменты в гальках и красочных слоях росписей, а также решить, является ли данная осадочная порода пигментным сырьем для земляных пигментов в красочных слоях, необходимо выбрать правильные критерии, признаки и экспериментальные методы для сравнения.

Признаки для сравнения должны отвечать следующим условиям:

1. Должны базироваться на характерных особенностях класса земляных пигментов и учитывать их минералогическую и технологическую классификации.

2. Учитывать естественные различия земляных пигментов в двух разных источниках: в осадочной породе как источнике пигментного сырья и в красочных слоях настенных росписей.

3. Допускать экспериментальное исследование особенностей земляных пигментов как в микропробах красочных слоев, так и в пигментном сырье.

4. В зависимости от того, какая из выше рассмотренных концепций происхождения земляных пигментов в церкви Рождества Богородицы справедлива, эти признаки должны принимать четко различимые значения.

В данной работе в соответствии с этими условиями были выбраны следующие признаки для сравнительной оценки земляных пигментов в гальках и красочных слоях.

А. Набор и соотношение различных возможных минеральных и органических хроматических компонентов, характерных именно для земляных пигментов: оксидов и гидроксидов железа и марганца; окрашенных слоистых силикатов (глинистых минералов); окрашенных карбонатов; окрашенных сульфатов; углерода; гуматов; битума, асфальта.

Б. Набор неокрашенных минеральных компонентов, характерных именно для земляных пигментов: оксидов и гидроксидов кремния, алюминия и титана; неокрашенных слоистых силикатов (глинистых минералов); неокрашенных карбонатов; неокрашенных сульфатов.

В. Морфологические характеристики зерен отдельных компонентов земляных пигментов.

Г. Структурные взаимоотношения зерен различных компонентов в конгломератах, характерных для осадочной породы, из которой приготовлены земляные пигменты.

Д. Микропримеси различных специфических элементов, включенных в осадочную породу. Эти элементы могут попадать в породу как в форме микропримесей отдельных самостоятельных минералов, так и за счет их включения в кристаллическую решетку основных минералов в процессе образования осадочной породы.

2. Методы исследования земляных пигментов

Основной методический принцип данной работы — одновременное использование комплекса современных аналитических методов для определения значений вышеуказанных признаков.

В данной работе применялись следующие экспериментальные методы: различные варианты микроскопии в отраженном и проходящем поляризованном и неполяризованном свете при увеличениях 10–600х; микрохимия; гистохимия; гидростатический метод (разделение компонентов минеральных смесей по их плотности в специальных «тяжелых» жидкостях); дифференциально-термический анализ; рентгено-структурный анализ по методу Дебая-Шерера; элементный анализ с помощью эмиссионного спектрального анализ, микрорентгеноспектральный (микрзондо-

вый) анализ; электронная сканирующая микроскопия; нейтронно-активационный анализ.

Кроме того, в данной работе была использована коллекция эталонных минералов осадочных пород и справочные данные, взятые из других работ.

3. Материалы

Были изучены земляные пигменты в микропробах красочных слоев различных цветов и оттенков из росписей церкви Рождества Богородицы: темно-красные, красно-коричневые, фиолетовые, лиловые, коричневые, темно-желтые, желтые, розовые.

Микропробы красочных слоев были отобраны О. В. Лелековой. Были изучены земляные пигменты в 36 гальках различных цветов и оттенков, собранных в окрестностях села Ферапонтова, а именно:

1. Красноцветные: красно-коричневые, фиолетовые, розовые, лиловые.

2. Желтоцветные: коричневые, желто-коричневые, темно-желтые, желтые, серо-желтые.

Гальки были любезно предоставлены О. В. Лелековой.

4. Результаты сравнительного анализа земляных пигментов в гальках и красочных слоях росписей церкви Рождества Богородицы

В данной работе детально описаны результаты признаков А-Д для земляных пигментов в гальках, суммированных в таблицах 1–5. Признаки, по которым идентифицированы отдельные компоненты галек, представлены в таблице 4.

Кроме того, здесь будут приведены результаты сравнения земляных пигментов соответствующих цветов и оттенков в гальках и красочных слоях.

Подробному описанию результатов экспериментального исследования земляных пигментов в красочных слоях росписей церкви Рождества Богородицы будет посвящена отдельная работа.

4.1. Основные компоненты галек

В изученных образцах галек не обнаружены органические компоненты, характерные для некоторых осадочных пород —

углерод, гуматы, асфальт и битум. В 35 изученных образцах галек найдено 13 основных минералов (см. таблицы 1–3): 10 минералов идентифицированы индивидуально по системе Дэна; 3 минерала определены с точностью до группы по системе Дэна. 6 минералов из 13 встречаются наиболее часто (см. таблицы 1–3): кварц, гематит, доломит, сидерит, мусковит, неидентифицированный темно-красный минерал. 3 минерала встречаются как в желто-, так и в красноцветных гальках (см. таблицы 1–3): кварц, доломит, альбит. Остальные минералы присутствуют либо в желто-, либо в красноцветных гальках (см. таблицы 1–3). В красноцветных гальках найдены следующие хроматические минералы: гематит, неидентифицированный темно-красный минерал. В желтоцветных гальках найдены следующие хроматические минералы: гетит, ожелезненный сидерит, неидентифицированные минералы. По наборам хроматических и неокрашенных минералов 35 изученных галек можно разделить на 11 основных групп: 6 групп в красноцветных гальках, 5 групп в желтоцветных гальках. Лишь группы 1, 6–9, 11 содержат по 4–5 образцов галек, в то время как остальные группы представлены 1–2 образцами.

4.2. Характеристика галек как потенциального пигментного сырья

4.2.1. Технологические характеристики качества сырья для земляных пигментов

Классификация пигментного сырья для земляных пигментов приведена в указанных в конце этой статьи работах. Качество природного сырья для земляных пигментов в соответствии с этой классификацией оценивается по нескольким характеристикам:

1. Соотношение хроматических и неокрашенных минералов – ключевая технологическая характеристика пигментного сырья. Чем больше удельный вес хроматических компонентов, тем выше качество пигментного сырья.

2. Тип хроматических минералов также важен для оценки качества. Это обусловлено различиями в «удельной окраске» (кроющей способности одной весовой или объемной единицы пигмента) различных хроматических минералов, а также в их стабильности. Наибольшей кроющей способностью и максимальной

стабильностью обладают окрашенные оксиды и гидроксиды. Качество других окрашенных минералов осадочных пород (карбонатов, глин, сульфатов, органических веществ) значительно хуже, чем у оксидов.

3. Степень связанности хроматических и неокрашенных минералов также важна для оценки качества сырья. Чем менее прочно связаны эти два типа минералов, чем легче отделить балластные неокрашенные минералы при обогащении сырья с помощью растирания и отмучивания, тем выше качество пигментного сырья.

По этим характеристикам в соответствии с классификацией была проведена оценка качества феррапонтовских галек как возможного пигментного сырья (см. таблицу 5).

4.2. 2. Соотношение хроматических и неокрашенных минералов

По этой характеристике лишь около 15% изученных образцовых галек являются сравнительно высококачественным пигментным сырьем: гальки группы № 1 после удаления кварца можно отнести к типу «железный сурик», гальки группы № 10 можно отнести к типу «железоокисная охра натуральная». Остальные гальки являются сравнительно низкокачественным пигментным сырьем, поскольку содержат значительные количества неокрашенных компонентов (см. таблицу 5).

4.2.3. Тип хроматических минералов

Лишь в нескольких группах галек в качестве хроматических материалов содержатся интенсивно окрашенные и стабильные оксиды и гидроксиды железа — гематит и гетит (см. таблицы 1–3). В остальных гальках присутствуют значительно менее интенсивно окрашенные и стабильные хроматические минералы — карбонат железа, сидерит, неидентифицированные красно-коричневые минералы и глинистые минералы.

4.2.4. Степень связанности хроматических и неокрашенных минералов

Лишь в группе № 1 гематит и кварц слабо связаны в гальке и образуют механическую смесь минералов. Поэтому их легко

разделить в процессе обогащения. В остальных гальках различные окрашенные и неокрашенные минералы прочно связаны друг с другом карбонатным (доломитовым) или глинистым цементом. В таком сырье очень трудно отделить окрашенные минералы от балластных неокрашенных с помощью тех процессов обогащения пигментного сырья, которые применялись во времена Дионисия, — растирания и отмучивания.

Таким образом, по всем технологическим характеристикам, определяющим качество природного сырья, большинство феррапонтовских галек является низкокачественным пигментным сырьем.

4.3. Описание отдельных групп феррапонтовских галек и их сравнение с пигментами в красочных слоях росписей церкви Рождества Богородицы

Данные о составе компонентов галек суммированы в таблицах 1–5. Ниже детально описан состав каждой группы галек, а также сравниваются данные о земляных пигментах в различных группах галек и красочных слоях соответствующих цветов.

4.3.1. Красноцветные гальки

Группа 1

В эту группу входят все красно-коричневые гальки и 1 фиолетовая. Основные минералы в гальках этой группы — оксид железа гематит и оксид кремния кварц. Они в виде зерен разных размеров образуют практически механическую смесь в осадочной породе, из которой образовались гальки этой группы. Зерна кварца в гальках — округлые. Для таких галек характерно отсутствие глинистых минералов (слоистых силикатов), а также примесей титана.

В красно-коричневых и фиолетовых красочных слоях росписей церкви Рождества Богородицы в качестве земляных пигментов обнаружена также механическая смесь зерен гематита и кварца различных размеров. Зерна кварца в земляных пигментах красочных слоев, естественно, измельчены и поэтому присутствуют в форме остроугольных пластинок.

Земляные пигменты в красочных слоях росписей и в гальках группы 1 сходны по набору хроматических и неокрашенных

компонентов, а также по структурным взаимоотношениям зерен этих компонентов. Таким образом, гальки группы № 1 потенциально могли бы быть пигментным сырьем для земляных пигментов соответствующих красочных слоев.

Однако наличие гематита в гальках и красочных слоях — недостаточно специфический признак, так как гематит может присутствовать во многих красноцветных осадочных породах.

Кроме того, по другим, более специфическим, признакам земляные пигменты в красочных слоях и гальках существенно отличаются: в красочных слоях отсутствуют, а в гальках присутствуют примеси желтоцветных минералов; в красочных слоях присутствуют, а в гальках отсутствуют примеси титана.

Таким образом, несмотря на сходство основных компонентов, гальки из группы 1 не могли быть пигментным сырьем для земляных пигментов в соответствующих красочных слоях росписей.

Группа 2

В этой группе пока найден только один красно-коричневый образец галек. В нем, помимо гематита и кварца, присутствует также карбонатный минерал доломит. В красно-коричневых красочных слоях росписей такая комбинация минералов не обнаружена.

Группа 3

В эту группу входит только один фиолетовый образец галек. В качестве неокрашенных минералов в нем присутствуют кварц и хлорит, специфический слюдоподобный минерал из класса слоистых силикатов в форме пластинок. В качестве хроматического компонента в этом образце присутствует не идентифицированный минерал темного красно-коричневого цвета. Зерна этого минерала обнаружены в осадочной породе гальки не в виде механической смеси с зернами кварца и хлорита, как это характерно для хроматических и неокрашенных компонентов галек группы 1 (см. выше), а в виде очень мелких зерен красно-коричневого цвета внутри пластинок хлорита.

В фиолетовых красочных слоях росписей земляные пигменты с таким минеральным составом и структурными соотношениями зерен не обнаружены.

Группа 4

Эта группа представлена только лишь одним лиловым образцом галек. В нем найдены те же хроматические и неокрашенные минералы, что и в группе № 3. Однако в этом образце присутствует еще один неокрашенный карбонатный минерал, отсутствующий в предыдущих группах, — доломит.

В лиловых красочных слоях росписей земляные пигменты с таким минеральным составом и структурными соотношениями зерен не обнаружены.

Группы 5 и 6

В эти группы входят розовые, розовато-лиловые и фиолетовые гальки (см. таблицу 2). В исследованных образцах найдены значительные количества различных неокрашенных материалов: кварц; мусковит, слоистый силикат из группы слюд; доломит; альбит, полевой шпат из класса каркасных силикатов.

По содержанию доломита гальки групп 5 и 6 различаются: в группе 6 доломит — один из основных минеральных компонентов; в группе 5 доломит — незначительная минеральная примесь.

В гальках этих двух групп содержатся зерна того же самого неидентифицированного красно-коричневого минерала, что и в группах 3 и 4 (см. выше). Но если в группах 3 и 4 зерна этого хроматического компонента расположены внутри зерен слоистого силиката хлорита, то в группах 5 и 6 эти зерна находятся внутри пластинок мусковита.

В розовых, розовато-лиловых и фиолетовых красочных слоях росписей земляные пигменты с таким минеральным составом и структурными соотношениями зерен не обнаружены.

4.3.2. Механизм «разбеливания» в красноцветных гальках и красочных слоях росписей

На примере галек групп 3—6 можно четко проследить, как происходит «разбеливание» хроматических минералов в слабо окрашенных гальках и красочных слоях. В красочных слоях земляной пигмент, состоящий из почти чистого гематита, «разбавлен» белым минеральным вяжущим — мелкодисперсным кальцитом. За счет этого достигается уменьшение интенсивности окраски. В гальках этот же эффект достигнут совсем иначе: вместо

гематита (минералом-хромофором) в слабо окрашенных (лиловых и розовых) гальках присутствует другой красно-коричневый минерал (см. выше) с меньшей кроющей способностью («удельной яркостью»); данный хроматический материал в гальках разбавлен совсем другими неокрашенными минералами – крупнокристаллическими зёрнами хлорита, мусковита или доломита, а также их смесями; в гальках групп 3–6 содержание неокрашенных минералов составляет свыше 50%, и они очень прочно связаны с минералом-хромофором. Поэтому эти неокрашенные минералы обязательно попали бы в красочные слои росписей, если бы гальки были пигментным сырьём. Отсутствие таких «разбавляющих» минералов в красочных слоях – один из веских аргументов против концепции 2 (см. выше).

4.3.3. Желтоцветные гальки

Группа 7

В эту группу входят желтые и желто-коричневые гальки (см. таблицы 1–3). Основным хроматическим минералом здесь является минерал сидерит – карбонат двухвалентного железа. Если все катионы железа в сидерите имеют только валентность, равную 2, то этот минерал не окрашен. Но если некоторые катионы железа в сидерите и имеют валентность 3, то появляется желтая и желто-коричневая окраска за счет следующих причин: карбонат трехвалентного железа окрашен; катионы железа при дальнейшем окислении образуют примеси гидроксида трехвалентного железа – гетита.

Содержание неокрашенных минералов незначительно. Они представлены смесью кварца, сидерита с двухвалентным железом, доломита и полевого шпата альбита. Кальцит отсутствует.

Для галек этой группы, так же как и для галек групп 8 и 9 (см. ниже), характерна специфическая структурная особенность: сидерит и доломит представлены правильными кристаллами; эти кристаллы соединены в поликристаллические конгломераты коричневым цементом из ожелезненного сидерита и глинистого вещества.

В желтых и желто-коричневых красочных слоях росписей земляные пигменты с таким минеральным составом и структурными соотношениями зёрен не обнаружены.

Группа 8

В нее входят желто-коричневые гальки (см. таблицы 1—3). В этой группе найдены те же хроматические минералы и с такими же структурными взаимоотношениями между ними, что и в группе 7 (см. выше). Однако содержание неокрашенных минералов в этой группе гораздо выше, чем в группе 7. В группе 8 в значительных количествах найдены неокрашенные карбонаты: сидерит с двухвалентным железом, доломит, кальцит. Кварц и альбит практически отсутствуют.

В желто-коричневых красочных слоях росписей земляные пигменты с таким минеральным составом и структурными соотношениями зерен не обнаружены.

Группа 9

В эту группу входят коричневые и желто-коричневые гальки. Здесь присутствуют те же минералы-хромофоры, а также те же структурные взаимоотношения между ними, что и в группах 7 и 8. Из неокрашенных минералов в этих гальках в значительных количествах обнаружены кварц, сидерит и доломит с примесями альбита. Кальцит отсутствует.

В коричневых красочных слоях росписей земляные пигменты с таким минеральным составом и структурными соотношениями зерен не обнаружены.

Группа 10

В эту группу входит один желто-коричневый образец. Галька состоит из почти чистого гематита с примесями кварца и незначительных количеств не идентифицированного желтого слоистого силиката. Эта галька резко отличается по минеральному составу от других желтоцветных галек.

В желтых красочных слоях росписей земляные пигменты с таким минеральным составом не обнаружены.

Группа 11

В эту группу входят светло-желтые и серо-желтые гальки. Основным хроматическим минералом здесь является не идентифицированный однозначно желтый слюдоподобный слоистый

силикат типа гидробиотита. Неокрашенные минералы в виде примесей смесью кварца, доломита, сидерита и альбита.

В светло-желтых красочных слоях росписей земляные пигменты с таким минеральным составом и структурными соотношениями зерен не обнаружены.

5. Интерпретация результатов сравнительного исследования галек и красочных слоев

Если справедлива первая концепция, то сравнительные признаки 1–5 (см. раздел 1) должны иметь следующие значения в гальках и красочных слоях соответствующих цветов: значения признаков 1–4 должны быть одинаковы в земляных пигментах галек и красочных слоев; единственным исключением должен быть избыток карбоната кальция и, возможно, органического связующего в красочных слоях; значения признака 5 также должны быть близки в этих двух источниках пигментов, но с поправкой на то, что часть микропримесей может быть привнесена в красочный слой с известью; в красочных слоях должны отсутствовать обожженные разновидности компонентов, характерных для натуральных галек.

Если справедлива вторая концепция, то данные признаки должны иметь следующие значения в гальках и красочных слоях соответствующих цветов: как за счет использования других источников пигментного сырья, так и за счет технологических приемов обработки сырья (измельчения, отмучивания и обжига), признаки 1–5 должны иметь неодинаковые значения для земляных пигментов росписей и галек; составы белых минеральных пигментов должны различаться в гальках и красочных слоях, поскольку при обогащении методом измельчения и отмучивания из пигментного сырья удаляются мелкодисперсные слоистые силикаты и гидроксиды; основным белым минеральным пигментом в красочных слоях должен быть карбонат кальция, возникший при карбонизации основного минерального вяжущего — извести; в красочных слоях должны присутствовать обожженные разновидности компонентов, характерных для галек из осадочных пород.

Однако, несмотря на правильный выбор этих эффективных наблюдаемых признаков, существуют очень важные дополнительные методические трудности, способные помешать объективному сравнению земляных пигментов в гальках из села Ферапонтова и в красочных слоях росписей церкви Рождества Богородицы. Эти

трудности обусловлены особенностями осадочных пород, которые служат сырьем для любых земляных пигментов: осадочные породы являются самыми распространенными породами на поверхности Земли; при наличии близких или идентичных условий образования признаки 1–5 могут быть идентичными или близкими в земляных пигментах различного регионального происхождения.

Поэтому возможности эффективной интерпретации результатов экспериментального сравнения земляных пигментов в гальках и росписях могут быть существенно неоднозначными: если значения признаков 1–5 близки для земляных пигментов в гальках и росписях, то это не позволяет однозначно утверждать, что именно феррапонтовские гальки были пигментным сырьем для росписей церкви Рождества Богородицы. Такие породы Дионисий мог найти и в других, более доступных для него месторождениях; если значения признаков 1–5 существенно различаются для земляных пигментов в гальках и росписях, то это позволяет однозначно утверждать, что феррапонтовские гальки не были пигментным сырьем для росписей церкви Рождества Богородицы.

Как видно из раздела 4.3, значения признаков 1–5 существенно различаются для земляных пигментов в гальках и росписях. Это позволяет утверждать, что использование феррапонтовских галек в качестве основного пигментного сырья в росписях церкви Рождества Богородицы представляется маловероятным.

Выводы

Рассмотрены две взаимоисключающие концепции возможного применения феррапонтовских галек в качестве пигментного сырья в росписях церкви Рождества Богородицы. Проанализированы методические проблемы сравнения земляных пигментов в гальках и красочных слоях росписей. Предложены 5 основных признаков, пригодных для экспериментального сравнения земляных пигментов в микропробах галек и красочных слоях в росписях: набор и соотношение различных возможных минеральных и органических хроматических компонентов, характерных именно для земляных пигментов; набор неокрашенных минеральных компонентов, характерных именно для земляных пигментов; морфологические характеристики зерен отдельных компонентов земляных пигментов; структурные взаимоотношения зерен различных компонентов в конгломератах, характерные для осадочной породы, из которой происходят земляные пигменты; микро-

примеси различных специфических элементов, включенных в осадочную породу. Изучены значения всех 5 признаков для 36 образцов желто- и красноцветных галек, найденных в окрестностях села Ферапонтова. Описаны 11 групп, которые можно выделить в изученных гальках в соответствии с комбинациями значения 5 вышеописанных признаков. Изучены значения всех 5 признаков для земляных пигментов из желто- и красноцветных красочных слоев в настенных росписях церкви Рождества Богородицы. Проведено сравнение значений всех 5 признаков для земляных пигментов как в желто- и красноцветных красочных слоях настенных росписей, так и в ферапонтовских гальках. Показано, что значения всех 5 признаков для земляных пигментов красочных слоев в настенных росписях и в ферапонтовских гальках существенно различаются.

Очевидно, что ферапонтовские гальки не были пигментным сырьем в соответствующих красочных слоях настенных росписей церкви Рождества Богородицы.

Таблица 1

**Классификация галек из села Ферапонтова по группам
(основа классификации — минеральный состав
и цветовые характеристики галек)**

Номер группы	Цветовые характеристики галек	Образцы галек, относящиеся к данной группе*
Красноцветные гальки		
1	Красно-коричневый	1, 2, 3, 4, 5
2	Красно-коричневый	6
3	Красно-коричневый	7
4	Фиолетовый	17
5	Темно-розовый, лиловый	9 _х , 15
6	Темно-розовый, лиловый, фиолетовый	8 _х , 10 _х , 14, 16 _х , 18 _х
Желтоцветные гальки		
7	Коричневый	2 ₁ , 3 ₁ , 16 ₁ , 20
8	Желто-коричневый, темно-желтый	6 ₁ , 9 ₁ , 10 ₁ , 15 ₁ , 21
9	Коричневый, желто-коричневый	5 ₁ , 7 ₁ , 8 ₁ , 11 ₁ , 12 ₁ , 13 ₁
10	Желто-коричневый	4 ₁
11	Желтый, светло-желтый, серо-желтый	1 ₁ , 11, 14 ₁ , 18, 19
Итого: 36 образцов галек в 11 группах		

* Нумерация образцов дана О. В. Лелековой, любезно предоставившей образцы ферапонтовских галек для данного исследования

Минеральный состав основных групп галек из села Ферапонтова

№ групп*	Органические компоненты	Компоненты галек и их полуколичественная оценка**												
		Хроматические (окрашенные) минералы					Неокрашенные минералы							
		Красноцветные		Желтоцветные			Кварц	Доломит	Сидерит без Fe ³	Кальцит	Мусковит	Хлорит	Альбит	Неидентифицированный слоистый силикат
		Гематит	Неидентифицированный красный минерал	Гетит	Сидерит с Fe ³	Гидролюда типа биотита								
Красноцветные гальки														
1	—	много	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	
2	—	+	—	—	—	—	+	+	—	—	+/-	—	+/- (?)	
3	—	+	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	
4	—	+	+	—	—	—	+	+	—	—	—	+	—	
5	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—	+	+	+	
6	—	—	+	—	—	—	+	+	—	—	—	—	+	
Желтоцветные гальки														
7	—	—	—	+	—	—	+	мало	мало	—	—	—	+	-/+
8	—	—	—	—	—	—	+	много	много	много	—	—	—	+
9	—	—	—	—	—	—	+	много	много	—	—	—	+	+/-
10	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	+	много
11	—	—	—	много	—	—	+	+	—	—	—	—	—	+/-

* Номер групп см. в таблице 1

** Обозначения полуколичественной оценки содержания данного компонента по отношению к суммарному содержанию всех компонентов:

«много» — больше 50%;

«мало» — меньше 10%;

«+» — присутствует в количестве 10—15%;

«+/-» — примесь, меньше 1%;

«-/+» — следовые количества;

«-» — отсутствует.

Таблица 3

Состав примесных элементов в основных группах галек из села Феррапонтова

№ группы*	Состав примесных элементов и их полуколичественная оценка**			
	<i>Mn</i>	<i>Na</i>	<i>Ti</i>	<i>Cr</i>
Красноцветные гальки				
1	—	—	—	—
2	++	—	—	—
3	—	—	—	—
4	—	+++	+++	+++
5	—	+	—	—
6	+++	+	—	—
Желтоцветные гальки				
7	++	+/-	—	—
8	++	+/-	—	—
9	++	—	—	—
10	+	—	—	—
11	+/-	+	—	—

* Номера групп см. в таблице 1.

** Полуколичественная оценка содержания примесей (в пределах 0,01—1,0%) сделана методом эмиссионного спектрального анализа:

«+ + +» — много;

«+ +» — заметные качества;

«+» — присутствует;

«+/-» — следовые качества;

«-» — отсутствует.

**Идентификация основных компонентов галек из села Феропонтова
(1987 год)**

№ п/п	Минеральный компонент	Признаки, по которым идентифицирован данный компонент
1. Неокрашенные минералы		
1	Кварц, $\alpha\text{-SiO}_2$	1. По характерному дублету 800 см^{-1} ; 700 см^{-1} в ИК-спектрах
		2. По характерным межплоскостным расстояниям 4,26; 3,34; 1,82 в дифрактограммах
		3. По кристаллооптическим характеристикам (серой интерференционной окраске и облачному погасанию), а также округлой форме крупных зерен при микроскопии в проходящем поляризованном свете при увеличениях 400^{\times}
		4. По величине плотности, равной $2,65\text{ г/см}^3$
2	Альбит, каркасный силикат из группы натриево-кальциевых полевых шпатов (плагиоклазов)*	1. По характерным пикам 755 см^{-1} ; 745 см^{-1} в ИК-спектрах
		2. По кристаллооптическим характеристикам зерен, близким к кристаллооптическим характеристикам кварца (см. выше) при микроскопии в проходящем поляризованном свете при увеличениях 400^{\times}
		3. По величине плотности, равной $2,64\text{ г/см}^3$
3	Доломит, $(\text{Ca}, \text{Mg}) (\text{CO}_3)_2$	1. По характерным пикам 1450 см^{-1} ; 880 см^{-1} ; 729 см^{-1} в ИК-спектрах
		2. По «радужной» интерференционной окраске и ромбическому габиту зерен в проходящем поляризованном свете при увеличениях 400^{\times}
		3. По экзотермическим максимумам 760
		4. По величине плотности, равной $\approx 2,9\text{ г/см}^3$
4	Сидерит, Fe CO_3	1. По характерным пикам 1450 см^{-1} ; 865 см^{-1} ; 737 см^{-1} в ИК-спектрах
		2. По «радужной» интерференционной окраске зерен при микроскопии в проходящем поляризованном свете при увеличениях 400^{\times}
		3. По высокой плотности, равной $3,9\text{ г/см}^3$
5	Кальцит, Ca CO_3	1. По характерным пикам 1450 см^{-1} ; 877 см^{-1} ; 712 см^{-1} в ИК-спектрах
		2. По «радужной» интерференционной окраске зерен при микроскопии в проходящем поляризованном свете при увеличениях 400^{\times}
		3. По растворению в 0,1% соляной кислоте с активным выделением пузырьков углекислого газа
		4. По величине плотности, равной $2,75\text{ г/см}^3$

№ п/п	Минеральный компонент	Признаки, по которым идентифицирован данный компонент
6	Мусковит, слоистый силикат (глинистый минерал) из группы слюд*	1. По характерным пикам 3650 см^{-1} (II); 3440 см^{-1} (I); 1030 см^{-1} ; 915 см^{-1} в ИК-спектрах; интенсивность пика II больше, чем пика I 2. По следующим морфологическим и кристаллооптическим характеристикам зерен при микроскопии в проходящем поляризованном свете при увеличениях 400^{\times} : сильному зеркальному отражению, неодинаковым показателям преломления по разным направлениям осей кристаллов, по способности расщепления вдоль поверхности, параллельной плоскости зерен 3. По величине плотности, равной $2,8 \text{ г/см}^3$ 4. По наличию сильного поглощения красителя и по его метахроматическому эффекту при взаимодействии зерен с основным красителем «Метиленовый голубой»
7	Хлорит, слоистый силикат (глинистый минерал) из группы хлорита*	1. По характерным пикам 3600 см^{-1} (II); 3400 см^{-1} (I); 1000 см^{-1} в ИК-спектрах; интенсивность пиков II и I сравнимы 2. По наличию характерных слюдоподобных зерен при микроскопии в проходящем поляризованном свете при увеличениях 400^{\times} 3. По наличию слабого поглощения красителя и по его метахроматическому эффекту при взаимодействии зерен с основным красителем «Метиленовый голубой» 4. По величине плотности, равной $2,7 \text{ г/см}^3$
8	Неидентифицированный слоистый силикат (глинистый минерал)	1. По характерным пикам в областях $3600\text{--}3300 \text{ см}^{-1}$; и $1100 - 950 \text{ см}^{-1}$ в ИК-спектрах 2. По высокой обменной емкости, определенной по интенсивной окраске зерен основным красителем «Метиленовый голубой» 3. По следующим морфологическим и кристаллооптическим характеристикам зерен при микроскопии в проходящем поляризованном свете при увеличениях 400^{\times} : мелкодисперсным зернам (меньше 2 мкм), низким показателям преломления (меньше 1,6), низкой величине двулучепреломления (серая интерференционная окраска)
II. Хроматические (окрашенные) минералы		
9	Частично окисленный сидерит, $(\text{Fe}^{2+} \text{ Fe}^{3+}) (\text{CO}_3)_2$	1. По характерным пикам 1450 см^{-1} ; 865 см^{-1} ; 737 см^{-1} в ИК-спектрах 2. По «радужной» интерференционной окраске, а также по наличию коричневых включений в объеме конгломератов кристаллов и темно-коричневых, коричневых и темно-желтых участков на поверхности кристаллов при микроскопии в проходящем поляризованном свете при увеличениях 400^{\times} 3. По высокой плотности, равной $3,7 \text{ г/см}^3$

№ п/п	Минеральный компонент	Признаки, по которым идентифицирован данный компонент
10	Гематит, $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$	1. По характерным межплоскостным расстояниям 1,83; 1,69; 1,48 \AA в дифрактограммах
		2. По высокой плотности, равной $4,27 \text{ г/см}^3$
		3. По темно-красной окраске и высоким показателям преломления зерен при микроскопии в проходящем поляризованном свете при увеличениях $400\times$
11	Гетит, $\alpha\text{-FeOOH}$	1. По характерному дублету 900 см^{-1} ; 800 см^{-1} в ИК-спектрах
		2. По желтой окраске и высоким показателям преломления зерен при микроскопии в проходящем поляризованном свете при увеличениях $400\times$
		3. По высокой плотности, равной приблизительно 4 г/см^3
12	Неидентифицированный темно-красный минерал	1. По характерным темно-красным мелкодисперсным оптически изотропным зернам, присутствующим в виде включений в зернах мусковита или хлорита (см. выше) при микроскопии в проходящем поляризованном свете при увеличениях $400\times$
13	Неидентифицированный желтый слонстый силикат (глинистый минерал) типа гидробиотита	1. По характерным пикам 3630 см^{-1} ; 3420 см^{-1} ; 1080 см^{-1} ; 1030 см^{-1} в ИК-спектрах
		2. По желтой окраске, низким показателям преломления и незначительному двулучепреломлению зерен при микроскопии в проходящем поляризованном свете при увеличениях $400\times$
		2. По высокой обменной емкости, определенной по интенсивной окраске зерен основным красителем «Метилновый голубой»

* Формулы минералов описаны в следующих изданиях: Херлат К., Клейн К. Минералогия по системе Дэна. М., 1982; Вертушков Г. Н., Авдонин В. Н. Таблицы для определения минералов по физическим и химическим свойствам. М., 1980; Фекличев В. Г. Диагностические спектры минералов. М., 1977.

Таблица 5

**Оценка феррапонтовских галек как потенциального сырья
для земляных пигментов (в соответствии с современной
классификацией для земляных пигментов)**

Номер группы*	Тип земляного пигмента**	Оценка качества пигментного сырья**
Красноцветные гальки		
1	Сурик железистый натуральный	Высокое
2	Мумия натуральная	Умеренное
3	Глинистая красная	Низкое
4	Глинистая красная	Низкое
5	Глинистая красная	Низкое
6	Глинистая красная или карбонатная мумия	Низкое
Желтоцветные гальки		
7	Карбонатная охра	Низкое
8	Карбонатная охра	Низкое
9	Карбонатная охра	Низкое
10	Железистая охра	Высокое
11	Глинистая желтая	Низкое

* Номера групп см. в таблице 1.

** *Беленький Е. Ф., Рискин И. В.* Химия и технология пигментов. Л., 1974; Технология, исследование и хранение произведений станковой и настенной живописи. Под ред. Ю. И. Гренберга. М., 1987.