

УДК 75.03  
ББК 85.143(2)  
DOI 10.18688/aa2313-9-61

И. Ф. Кадикова, Е. В. Лаврентьева

## Химический состав красок и грунтов как важный аспект атрибуции поздней русской иконописи Уральского региона

На протяжении нескольких десятилетий одним из приоритетных научных направлений ГОСНИИР было изучение технологии русской иконописи, что позволило выявить характерные технологические особенности икон разного времени и определить закономерности использования ряда пигментов. С 2019 г. эта работа продолжилась в формате анализа памятников старообрядческого горнозаводского Урала XVIII в. (невьянской школы иконописания).

Поскольку в научной среде остро стоит вопрос корректной атрибуции невянских икон, которые часто путают с иконами Выга и Поморья, Русского Севера, Романова-Борисоглебска, Ярославля и даже Москвы, то всё более очевидной становится необходимость выявления отличительных черт, присущих данному кругу памятников.

Невянские иконы XVIII в. обладают многими характерными технологическими особенностями. Настоящая статья посвящена одному из таких аспектов — химическому составу их красок и грунтов. В предыдущей публикации [12] представлены результаты исследования уральских икон первой половины века, поэтому в данной работе мы сосредоточились в большей степени на итогах анализа художественных материалов произведений второй половины столетия.

До недавнего времени единственной публикацией, посвященной исследованию технологии икон горнозаводского Урала, являлась статья сотрудников ГОСНИИР, в которой приводятся результаты химического анализа художественных материалов нескольких произведений из екатеринбургского Музея «Невянская икона» (далее МНИ) без точных датировок создания (за исключением одной иконы) [10]. Некоторые из них относятся ко второй половине XVIII в. Одним из ключевых результатов данной работы стала идентификация в красочном слое икон натурального малахита и крокоита, которые, по мнению авторов, являются важным признаком для атрибуции памятников уральским регионом. Однако результаты исследований двадцатилетней давности сегодня требуют ряда существенных уточнений. Например, современное аналитическое оборудование позволяет определять те художественные материалы, которые не удавалось идентифицировать ранее. Упомянутый в исследовании оранжевый колер, представляющий собой неизвестный «сложный состав из киновари, свинца, аурипигмента и мышьяка<sup>1</sup>» [10, с. 406], по результатам нашего анализа оказался очень редким для русской иконописи минералом реальгаром. Кроме того, в статье авторы ошибочно предполагают, что обнаруженная на иконах оранжевая краска, содержащая уральский

<sup>1</sup> По-видимому, имелось в виду «соединения мышьяка».



Рис. 1. «Богоматерь Тихвинская». Конец 1740-х – начало 1750-х гг. ЕМИИ. Инв. № 2434. Фото: К. О. Плещунов

минерал крокоит, свидетельствует об их поздней датировке — не ранее начала XIX в. [10, с. 412]. Наши исследования показали, что этот пигмент встречается и в более ранних датированных памятниках. Также нужно отметить, что некоторые иконы неверно были отнесены к более позднему времени — концу XVIII в. [10, с. 407, № 3, с. 411, № 10], хотя такой важный признак как отсутствие берлинской лазури в авторском красочном слое (наряду со стилем живописи) говорит о том, что они были созданы в первой половине XVIII в.<sup>2</sup> Изучив к настоящему моменту большое количество невянских икон второй половины столетия, к сожалению, нам приходится отметить наличие хоть и небольшого числа, но существенного свойства неточностей в публикации коллег, которые не позволили верно датировать некоторые памятники уральского иконописания.

Помимо этого, в начале 2000-х гг. группа ученых из Екатеринбурга исследовала технологию невянских икон XIX в. из Свердловского областного краеведческого музея

<sup>2</sup> Идентифицированная на поле иконы «Вход в Иерусалим» берлинская лазурь находится в слое поздней записи [10, с. 411, № 10].



Рис. 2. «Избранные святые перед образом Богоматери Одигитрии». 1780-е гг. НТМЗГУ. Инв. № НВ-15258. Фото: Е. В. Лаврентьева

им. О. Е. Клера (далее СОКМ) [5; 6]. Несмотря на то, что эти иконы относятся к более позднему времени, результаты проведенной работы представляют большой интерес в контексте нашего исследования. Стоит указать, что терминология, используемая в публикации для обозначения определенных материалов, требует серьезного уточнения. Так, выявленный в грунте произведений безводный гипс ангидрит ( $\text{CaSO}_4$ ) ошибочно идентифицируется с алебастром [5]: в действительности последний имеет иную химическую формулу ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ) [8, с. 119–120]. Этот материал получают путем обжига природного гипса в форме дигидрата ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) при температуре от 90 до 180 °С [8, с. 119–120; 24, р. 300–301]; обжиг при более высокой температуре (300–400 °С) приводит к образованию безводного сульфата кальция (ангидрита). Алебастр традиционно использовался скульптурами, но также его применяли и в качестве наполнителя грунта в картинах русских художников первой трети XX в. (как правило, в смеси с мелом) [27] и иногда в иконах<sup>3</sup>. Ангидрит в живописи идентифицируется реже, однако именно на

<sup>3</sup> Алебастр определен в грунте иконы из иконостаса Ферапонтова монастыря [7, с. 89], а также в

невьянских памятниках он встречается регулярно. Поэтому точное определение химического состава сульфата кальция важно при атрибуции уральских икон.

Несмотря на упомянутые выше исследования, до начатой нами в 2019 г. работы, четкая и последовательная систематизация технологических особенностей старообрядческих икон уральского региона в науке не проводилась. Надо справедливо заметить, что картина разрозненных и отрывочных знаний о технологии поздней русской иконописи касается не только уральского региона. На сегодняшний день самой значимой обобщающей, но довольно краткой работой о пигментах, применявшихся русскими иконописцами позднего Средневековья и Нового времени, является публикация В. В. Баранова, написанная по результатам многолетнего исследования нескольких сотен произведений конца XVII – начала XX в. (в основном икон-имитаций, стилизаций, копий и подделок XIX – начала XX в.)<sup>4</sup> [19, с. 101–112]. Также благодаря этому ученому досконально исследована технология икон крупнейшего художественного центра XIX в. — Мстёры [2]. Иных научных исследований по технологии отдельных центров позднего русского иконописания нет. Вместе с тем, нельзя не упомянуть работы сотрудников ГОСНИИР Ю. И. Гренберга, М. М. Наумовой и С. А. Писаревой, в которых дан обзор материалов, применявшихся в разные периоды русской иконописи, включая интересующее нас время [7; 8; 16; 19, с. 4–100; 22]. Таким образом, актуальность настоящей статьи заключается в существенном дополнении сведений о технологических особенностях русских икон XVIII в.

На сегодняшний день мы исследовали двадцать четыре датированных невьянских памятника второй половины XVIII в.<sup>5</sup> и восемь невьянских икон этого же периода без указания даты создания, которые впоследствии стало возможно датировать приблизительно с точностью до десяти лет на основании их стилистического и технологического единства с датированными иконами. В основном все иконы (за исключением одной) хранятся в уральских собраниях: это памятники из МНИ (самого многочисленного в стране собрания уральской иконописи), Нижнетагильского музея-заповедника «Горнозаводской Урал» (далее НТМЗГУ), СОКМ, Екатеринбургского музея изобразительных искусств (далее ЕМИИ), Нижнетагильского собора Казанской иконы Божией Матери и Центрального музея древнерусской культуры и искусства им. Андрея Рублева в Москве<sup>6</sup>.

Исследование памятников проводилось по методике, разработанной в ГОСНИИР [3; 19], и включало: 1. визуальный осмотр живописной поверхности икон с применением оптической микроскопии (бинокулярный стереоскопический микроскоп МБС-10 с увеличением до 28х крат); 2. исследование живописной поверхности в инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах электромагнитного спектра; 3. химический анализ материалов красочного слоя и грунта. Исследование элементного состава минеральных пигментов ряда икон проводилось с помощью портативного рентгенофлуоресцент-

---

смеси с гипсом в форме дигидрата в невьянской иконе «Спас Нерукотворный» 1915 г. (покладу) из МНИ, инв. №. НИ-20/5 (икона не опубликована).

<sup>4</sup> Анализ материалов грунта и пигментов красочного слоя этих икон проводился М. М. Наумовой.

<sup>5</sup> Датировка памятников определяется в большинстве случаев по авторским живописным надписям с указанием года создания.

<sup>6</sup> Привести полный список исследованных произведений не представляется возможным из-за ограничения объема публикации.

ного анализатора (X-MET 8000, Hitachi) непосредственно на поверхности красочного слоя. Для точной идентификации химического состава художественных материалов были отобраны пробы и проанализированы комплексом аналитических методов, таких как поляризационная микроскопия (поляризационный микроскоп ПОЛАМ Л-213М, ЛОМО), микрохимический качественный анализ, ИК-спектроскопия нарушенного полного внутреннего отражения (ИК-микроскоп LUMOS (Bruker)), энергодисперсионный рентгеновский микроанализ (настольный сканирующий электронный микроскоп Hitachi TM4000 Plus с приставкой для энергодисперсионного микроанализа Quantax 75, Bruker), КР-микроспектроскопия (КР-микроскоп Renishaw Invia Qontor ( $\lambda_0=785$  нм)). Анализ послойной структуры грунта и красочного слоя включал изготовление микрошлифов по методике [13] и их исследование в отраженном поляризованном свете (поляризационный микроскоп ПОЛАМ Р-312, ЛОМО).

Стоит особенно подчеркнуть, что важной задачей перед началом проведения анализа художественных материалов было определение подлинности надписей на иконах, свидетельствующих о времени их создания.

Переходя к результатам нашего исследования, необходимо отметить, что основной набор художественных материалов икон оказался в целом очень характерным для русской иконописи различных школ и регионов XVIII столетия: это разнообразие техник золочения (применение сусального и твореного золота, серебра, двойника<sup>7</sup>), использование цветных лаков по сусальному золочению, применение таких стандартных пигментов, как свинцовые белила, киноварь, красный органический пигмент, медный резинат, свинцовый сурик, жёлтые, оранжевые и красные охры и т.д. Однако в ходе исследования стало очевидно, что для данного круга памятников характерны некоторые художественные материалы, которые позволяют идентифицировать их как уральские. Кроме того, необходимо отметить, что набор пигментов на протяжении всего XVIII в. менялся, и во второй половине столетия в палитре невянских мастеров появляется ряд новых материалов.

Начнем с состава синих красок, который оказался вполне типичным для XVIII в. В первой половине столетия основным пигментом являлся искусственный азурит, также использовали натуральное индиго и в единичных случаях — смальту [12, с. 30, 43]. Во второй половине века уральские мастера стали активно использовать берлинскую лазурь. Это согласуется с тем, что в России её производство началось в 1748 г. [14, с. 159–160]. Берлинская лазурь была обнаружена нами на всех исследованных невянских иконах данного периода. Единственным исключением является «Богоматерь Тихвинская» из ЕМИИ, в красочном слое которой в качестве синего пигмента был идентифицирован только искусственный азурит (Рис. 1). Очевидно, что берлинская лазурь ещё не успела появиться в обиходе автора «Богоматери Тихвинской». Её отсутствие в синем колере иконы говорит в пользу предложенной нами датировки памятника концом 40-х – началом 50-х гг. XVIII в.

Также нужно отметить, что искусственный азурит во второй половине XVIII в. не исчез из палитры невянских мастеров: часто им писали одежды святых и позёмы. Интересно, что наряду с ним в этих же иконах использовалась и берлинская лазурь, а в двух случаях оба пигмента были в смеси. Например, на иконе «Избранные святые

<sup>7</sup> В невянских иконах первой половины XVIII в. чаще применялся двойник. Со второй половины XVIII в. в иконах преобладает золото.



Рис. 3. «Покров Богородицы». Последняя четверть XVIII в. СОКМ. Инв. № СМ–11528, И–1625.  
 Фото: К. О. Плещунов

перед образом Богоматери Одигитрии» из нижнетагильского музея одежды Иоанна Крестителя написаны смесью искусственного азурита, берлинской лазури и свинцовых белил (Рис. 2).

Самой необычной и в какой-то степени уникальной является группа красных и оранжевых пигментов. В первой половине века мы встречаем стандартный набор — это киноварь, красная охра, красный органический пигмент и свинцовый сурик, причем последний использовался исключительно на полях икон (во второй половине века свинцовый сурик продолжает встречаться на полях икон, хотя и не так часто). Во второй половине столетия к перечисленным материалам прибавляется реальгар и

крокоит, на которых стоит остановиться подробно. При истирании обоих минералов получался порошок схожего ярко-оранжевого цвета, что не позволяет визуально отличить один пигмент от другого даже при большом увеличении.

Реальгар, который по химическому составу представляет собой моносulfид мышьяка ( $As_4S_4$ ), является достаточно редким пигментом. Чаще всего он встречается в европейской живописи XVI–XVIII в. [7, с. 264; 25], а для русской иконописи является нетипичным материалом [16, с. 31]. Поэтому тот факт, что среди исследованных памятников мы обнаружили этот пигмент в краске тринадцати икон, свидетельствует о том, что использование реальгара является отличительной технологической особенностью невянской школы иконописания второй половины XVIII в. Как правило, реальгар присутствует в красочном слое в чистом виде. Это позволяет предположить, что иконописцы знали о том, что он является химически нестабильным соединением и может реагировать со свинцовыми и медными соединениями, изменяя колорит иконы.

На Урале реальгар впервые был описан в 1909 г. Н. С. Михеевым из Верхнесинячихинских известковых ломов в виде мелких красноватых прожилок в кальциевой жиле. Позже, в 1915 г., реальгар в виде игольчатых кристалликов до 4 мм был найден в кальциевых жилках с аурипигментом в визейских известняках по реке Каменке у г. Каменска-Уральского [15, с. 364]. Принимая во внимание то, что минерал был обнаружен гораздо позже рассматриваемого периода, а также его небольшое количество, можно предположить, что невянские иконописцы использовали привозной минерал в виде более крупных кристаллов и друз, из которых было значительно проще изготовить пигмент.

Другой необычный красный пигмент, использовавшийся в невянской иконе второй половины XVIII в., — крокоит ( $PbCrO_4$ ). Впервые он был обнаружен в невянской иконописи М. М. Наумовой, и сразу же было сделано предположение о том, что это местный уральский минерал [10, с. 413].

Крокоит достаточно редкий природный минерал, с которого началась отечественная минералогическая наука. Впервые он был обнаружен в 1766 г. на Берёзовских золотых промыслах и описан горным советником, одним из ближайших заместителей М. В. Ломоносова по кафедре химии Иоганном Готтлобом Леманом, получив название «сибирский красный свинец» [20; 21, с. 8; 28, р. 188]. Петр Симон Паллас, немецкий учёный-энциклопедист, естествоиспытатель и путешественник на русской службе, посетивший Берёзовские рудники в 1770 г., также оставил описание крокоита и отметил, что «когда его сотрешь, то делается изрядный оранжевый состав, для живописцев неспособный» [20].

По всей видимости, в качестве пигмента этот минерал использовался только невянскими мастерами, хотя и не так часто: на сегодняшний день мы обнаружили его только в четырёх иконах, причем самая ранняя датируется 1768 г., то есть спустя всего два года после его открытия (Илл. 155). Следует отметить, что с момента обнаружения этот природный минерал привлек внимание российских и европейских ученых, многие из которых пытались определить его состав. В начале XIX в. был синтезирован его аналог, который стали использовать в качестве жёлтого пигмента. Он получил название «жёлтый хром» и достаточно быстро стал одним из основных жёлтых пигментов в живописи XIX в. А в 1809 г. впервые был синтезирован «оранжевый хром» ( $PbO \cdot PbCrO_4$ ), но широкого распространения пигмент не получил [7, с. 265; 28, р. 188–190, 208]. Сведений об использовании природного крокоита в европейской живописи на сегодняшний день нет.

На данный момент из многочисленного собрания МНИ характерная яркая оранжевая краска обнаружена нами только на одном памятнике XIX в. — иконе «Перенесение мощей Николая Чудотворца» (1821 г., мастерская Богатыревых, инв. № НИ-19/2)<sup>8</sup>. По всей вероятности, постепенно реальгар и крокоит перестают использоваться в уральской иконописи XIX в. В этой связи мы надеемся, что дальнейшее исследование невянских икон XIX в., позволит определить временной период, в течение которого применялись эти уникальные пигменты.

Жёлтые пигменты в палитре невянских мастеров первой половины XVIII в. представлены лишь охрой, а во второй половине столетия появляется ещё и аурипигмент. Стоит отметить, что к этому времени аурипигмент, активно использовавшийся в древнерусском искусстве, применялся уже не так часто, однако в невянской иконописи второй половины XVIII столетия он стал основным жёлтым пигментом наряду с охрой. Его широко использовали как в чистом виде, так и в смеси с берлинской лазурью для получения зелёного колера или с киноварью — для получения оранжевого колера. На одной иконе нами была обнаружена смесь аурипигмента с крокоитом, идентичный состав был определен на другой невянской иконе М. М. Наумовой [10, с. 412]. На единственном памятнике нам встретилось сочетание этого пигмента с реальгаром. По результатам проведённого исследования можно заключить, что уральские мастера второй половины XVIII в. не использовали никакие иные жёлтые пигменты.

Несмотря на обильное применение аурипигмента, мы не можем выделить его в качестве характерного художественного материала исключительно уральской иконописи, так как имеются данные о его использовании в памятниках других регионов. Так, нами был идентифицирован аурипигмент в образцах жёлтой краски с великопоженских икон «Богоматерь Владимирская» XVIII в. (?) из общинного владения на Пижме и «Свв. Прокопий Устюжский и Варлаам Хутынский» XVIII в. (?) из частного владения Усть-Цильмы<sup>9</sup>. По данным исследователей-технологов Государственного Русского музея аурипигмент идентифицирован в жёлтом колере и в смеси с берлинской лазурью на иконе Выга «Канон на исход души» первой трети XIX в. (ДРЖ Б-132)<sup>10</sup>. М. М. Наумова обнаружила этот минерал на палехской иконе 1763 г. и на иконе XVIII (?) в. из Музеев Московского Кремля [9; 22].

Перейдем к зелёным краскам. Глауконит — один из основных пигментов древнерусской живописи — на невянских иконах встречается лишь в первой половине века в составе санкирей, а также голубых и зелёных колеров [12, с. 42, 43, 46]. Ни на одной из исследованных уральских икон второй половины столетия глауконит не обнаружен, что в целом согласуется с опытом изучения русских икон в ГОСНИИР [19, с. 112]. Вместе с тем, сотрудники СОКМ обнаружили его на невянской иконе XIX в., что, на наш взгляд, требует уточнения [6, с. 92].

На невянских иконах встречаются ещё два зелёных пигмента. Как в первой, так и второй половине XVIII в. использовался медный резинат, который применяли для лессировок по сусальному золочению. А во второй половине столетия в палитре

<sup>8</sup> Анализ микропробы красочного слоя с этой иконы показал, что её основным компонентом является реальгар. Икона опубликована в [17, с. 690–695].

<sup>9</sup> Иконы не опубликованы. Материал для анализа с этих икон был предоставлен исследователем великопоженских икон А. В. Афанасьевым.

<sup>10</sup> Икона опубликована в [18, с. 28].



уральских мастеров появляется природный минерал малахит. Натуральный малахит — пигмент, встречающийся в древнерусской живописи, и не характерный для русской иконописи Нового времени (за исключением единичных примеров) [11, с. 58; 19, с. 77]. Применение малахита уральскими иконописцами XVIII в., очевидно, связано с его богатыми месторождениями в этом регионе. Именно поэтому с большой долей вероятности можно говорить о том, что для приготовления пигмента использовался местный минерал [10, с. 413]. Тем не менее нужно отметить, что в красочном слое икон малахит встречается не часто. Мы обнаружили его всего в двух иконах: «Николай Чудотворец» конца XVIII в. (1798 г. ?) из НТМЗГУ<sup>11</sup> (Илл. 156) и «Покров Богородицы» (последняя четверть XVIII в.) из СОКМ (Рис. 3). Учитывая, что малахит был обнаружен также на иконе конца XVIII в. из МНИ [10, с. 410], можно предположить, что этот минерал появляется в обиходе уральских иконописцев лишь к концу столетия.

Чаще всего в невьянских иконах второй половины века зелёный колер представляет собой смесь берлинской лазури и аурипигмента. В. В. Баранов отмечает, что с момента появления нового синего пигмента в русских иконах зелёный колер преимущественно получали в виде его смеси с жёлтыми пигментами [19, с. 110]. Исследователь не упоминает аурипигмент: по его данным, к берлинской лазури добавляли жёлтые охры, а позже, в XIX в., жёлтый хром и жёлтый кадмий. Также имеются данные о применении неаполитанской жёлтой в зеленой краске палехской иконы [9, с. 96, 100]. Несмотря на отсутствие в современной научной литературе сведений об использовании русскими иконописцами смеси аурипигмента с берлинской лазурью, этот технологический приём представляется вполне естественным, поскольку в древнерусской иконописи традиционно сочетали этот перетёртый минерал с натуральным индиго [7, с. 141].

Одной из важных технологических особенностей невьянской иконы является применение в качестве наполнителя грунта сульфата кальция. Причем в большинстве случаев (примерно в 75% из числа всех исследованных нами невьянских икон) он обнаружен в виде ангидрита, то есть безводного гипса. Это относится к невьянским иконам как первой половины [12, с. 12, 22, 29, 42], так и второй половины XVIII столетия. Стоит отметить, что ангидрит был обнаружен в грунтах всех уральских икон, исследованных в ГОСНИИР и СОКМ ранее [5; 10].

К сожалению, отличить природный минерал от его искусственного аналога, который получали путем термической обработки двуводного гипса, на сегодняшний день не представляется возможным. Наличие на Урале месторождений ангидрита позволяет предположить, что иконописцы могли использовать в качестве наполнителя грунта минерал из местных залежей [4, с. 512–557; 23]. В отличие от всем известного двуводного гипса, который наравне с мелом иконописцы издавна использовали в качестве грунтовочного материала, ангидрит в русских иконах определяется намного реже, несмотря на известные примеры [1; 7, с. 90; 22]. Поэтому присутствие этого минерала в составе грунта исследованных икон, в совокупности с другими технологическими особенностями, может указывать на их уральское происхождение.

Стоит отметить, что в живописи ангидрит также использовали довольно редко: среди случаев его обнаружения можно назвать группу раннеитальянских картин, припи-

<sup>11</sup> Нами было установлено, что надпись на нижнем поле иконы с указанием года создания (1798) нанесена по слою поздней записи и является поновительской. Обнаружить нижележащую авторскую надпись не удалось. Исследование иконы в УФ и ИК спектрах не проводилось.

сываемых флорентийской, сиенской и умбрийской школам, в грунтах которых была обнаружена смесь ангидрита с дигидратом в разных соотношениях [8, с. 120–122; 26].

В практике ГОСНИИР ангидрит в качестве наполнителя грунта был обнаружен в фаюмском портрете и раннехристианской энкаустической иконе, в картине Сеньи ди Бонавентуры «Распятие» из собрания ГМИИ им. А. С. Пушкина [16, с. 21, 24, 25, 59], а также в составе авторского грунта (в смеси с цинковыми белилами) в картине В. Н. Чекрыгина «Натюрморт» (1910-е гг.) из собрания Самарского областного художественного музея.

\* \* \*

Наше исследование показало, что набор художественных материалов невянских икон XVIII в. в целом очень типичен для русской иконописи различных школ и регионов этого времени. Однако помимо традиционных пигментов, таких как свинцовые белила, киноварь, красный органический пигмент, медный резинат, искусственный азурит, берлинская лазурь, свинцовый сурик и охры разных оттенков, для данного круга памятников характерен ряд художественных материалов, которые позволяют идентифицировать их как уральские. В первую очередь — это крокоит и малахит — минералы, которые широко распространены на Урале. Также во второй половине XVIII в. иконописцы активно использовали в своей работе аурипигмент и редкий для иконописи пигмент реальгар. Одной из важных технологических особенностей невянской иконы является использование в качестве наполнителя грунта сульфата кальция. Причем в большинстве случаев он обнаружен в виде ангидрита.

Проведенное исследование также показало, что набор пигментов на протяжении всего XVIII в. менялся: во второй половине столетия в палитре невянских мастеров появляется ряд материалов, которые ранее не использовались, и это, безусловно, имеет большое значение для определения времени создания икон без авторской датировки.

## Литература

1. Астахова И. С., Плаксина Н. Е. Минеральный состав красок икон Нижней Печоры // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. — 2016. — № 4. — С. 29–33. DOI: 10.19110/2221-1381-2016-4-29-33
2. Баранов В. В. Иконопись Мстеры: история, структура промысла, художественные особенности: дис... к. иск. — СПб., 2008. — 306 с.
3. Баранов В. В. Микроскопное обследование сохранности иконы «Троица Ветхозаветная» Андрея Рублева. К вопросу об особенностях технико-технологических исследований произведений иконописи // Исследования в консервации культурного наследия: материалы международной научно-методической конференции, 9–11 ноября 2010 г. / Под ред. А. В. Трезвова. — М.: Индрик, 2012. — С. 16–24.
4. Годовиков А. А. Минералогия. — М.: Недра, 1983. — 647 с.
5. Гордиенко Т. А. Техничко-технологические исследования грунтов и полимента Невьянских икон 1-ой четверти 60-х годов XIX века // Декабрьские диалоги: материалы Всероссийской научной конференции памяти Ф. В. Мелёхина, 19–21 декабря 2005 г. / Омский областной музей изобразительных искусств; под ред. А. Н. Гуменюка. — Омск, 2006. — С. 116–119.
6. Гордиенко Т. А., Кузьминых А. В. Опыт исследования красочного слоя в Невьянской иконе I половины XIX в. на памятниках из собрания СОКМ // Проблемы реставрации памятников культуры и искусства: материалы IV научно-практической конференции, посвященной 20-летию Эрмитажной школы реставрации / Свердловский областной краеведческий музей. — Екатеринбург: Изд. дом Баско, 2018. — С. 91–96.

7. Гренберг Ю. И. От фаюмского портрета до постимпрессионизма. История технологии станковой живописи. — М.: Искусство, 2003. — 268 с.
8. Гренберг Ю. И. Технология станковой живописи. История и исследование: Учебное пособие. — СПб.: Лань, Планета Музыки, 2019. — 336 с.
9. Красилин М. М., Данченко Е. А., Наумова М. М. Об одной палехской иконе XVIII века // Исследования в реставрации: материалы международной научно-исследовательской конференции, Москва, 4–6 декабря 2001 г. / Под ред. Р. Х. Батыровой. — М.: ГОСНИИР, 2002. — С. 93–101.
10. Красилин М. М., Наумова М. М., Данченко Е. А. Об одной группе невянских икон // Искусство Христианского Мира. — 2007. — Вып. 10. — С. 404–416.
11. Красилин М. М. Комплексное исследование группы икон в период с 2009 по 2011 год (на материале музеев и частных коллекций) // Художественное наследие. Хранение. Исследование. Реставрация. — 2021. — № 32–33 (62–63). — С. 31–65.
12. Лаврентьева Е. В., Кадикова И. Ф. Иконопись старообрядческого горнозаводского Урала первой половины XVIII в.: исследование технологических приемов и художественных материалов // Восьмой Всероссийский конкурс молодых ученых в области искусств и культуры: сборник работ лауреатов [Электронное сетевое издание] — М.: Институт Наследия, 2021. — С. 6–63.
13. Лугина Л. Н., Братушко Ю. Б. Роль исследования микрошлифов поперечных срезов для экспертизы живописи // Материалы V научной конференции «Экспертиза и атрибуция произведений изобразительного искусства» / Объединение Магnum Арс. — М.: Издания Объединения Магnum Арс, 2001. — С. 267–270.
14. Лукьянов П. М. История химических промыслов и химической промышленности России до конца XIX века. В 6-ти т. — Т. 4. — М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1955. — 623 с.
15. Минералогия Урала: Элементы. Карбиды. Сульфиды / Под ред. Н. П. Юркина. — Свердловск: УрО АН СССР, 1990. — 391 с.
16. Наумова М. М. Поздняя Античность. Средневековье. Возрождение. — М.: Индрик, 2018. — 432 с.
17. Николай угодник. Каталог выставки 29 июня – 31 августа 2019 г. / Под ред. А. С. Авдохина. — Кириллов: Кирилло-Белозерский историко-архитектурный и художественный музей-заповедник, 2021. — 774 с.
18. Образы и символы старой веры. Памятники из собрания Русского Музея / Авт.-сост. О. В. Алексеева и др. — СПб.: Palace Editions – Craficart, 2008. — 288 с.
19. Писарева С. А. Методика идентификации материалов грунта и пигментов произведений живописи / Баранов В. В. Технология поздней русской иконописи / ГОСНИИР. — Ижевск, 2017. — 115 с.
20. Рудники Урала. Берёзовский рудник: крокоитовый шурф. URL: <https://uralmines.ru/beryozovskij-rudnik-krokoitovyy-shurf/> (дата обращения: 16.01.2023).
21. Юшкин Н. П., Иванов О. К., Попов В. А. Введение в топоминералогию Урала. — М.: Наука, 1986. — 295 с.
22. Яковлева А. И., Наумова М. М. Пигменты и грунты икон XVIII–XIX веков из собрания Музея «Московский Кремль» и значение их исследования для атрибуции // Проблемы реставрации музейных памятников / Под ред. А. И. Яковлевой. — М., 2001. — С. 37–40.
23. Anhydrite. Mindat.org. URL: <https://www.mindat.org/min-234.html> (дата обращения: 15.01.2023).
24. Eastaugh N., Walsh V., Chaplin T., Siddall R. Pigment Compendium. A Dictionary of Historical Pigments. — Amsterdam: Elsevier–Butterworth Heinemen, 2004. — 499 p.
25. FitzHugh E. W. Orpiment and Realgar // Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics / Ed. E. W. FitzHugh. — Washington: National Gallery of Art; London: Archetype Publications, 1997. — Vol. 3. — P. 47–80.
26. Gettens R. J., Mrose M. E. Calcium Sulphate Minerals in the Grounds of Italian Paintings // Studies in Conservation. — 1954. — No. 1(4). — P. 174–189.
27. Kadikova I., Pisareva S. Primers of the Modern Russian Artists: Composition, Structure and Dating // International Journal of Conservation Science. — 2022. — Vol. 13 (special issue 1). — P. 1485–1495.
28. Kuhn H., Curran M. Chrome Yellow and Others Chromate Pigments // Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics / Ed. R. L. Feller. — Washington: National Gallery of Art; London: Archetype Publications, 1986. — Vol. 1. — P. 187–217.

**Название статьи.** Химический состав красок и грунтов как важный аспект атрибуции поздней русской иконописи Уральского региона

**Сведения об авторах.** Кадикова, Ирина Фанисовна — заведующая лабораторией физико-химических исследований. Государственный научно-исследовательский институт реставрации, ул. Гастелло, д. 44, стр. 1, Москва, Российская Федерация, 107014; kadikovaif@gosniir.ru; SPIN-код: 4739-8030; ORCID 0000-0002-7271-0752

Лаврентьева, Елена Валерьевна — кандидат искусствоведения, научный сотрудник. Государственный научно-исследовательский институт реставрации, ул. Гастелло, д. 44, стр. 1, Москва, Российская Федерация, 107014; Lavrentyeva\_Elena@mail.ru; SPIN-код: 4495-3582; ORCID: 0000-0003-3486-4862

**Аннотация.** В статье изложены результаты химического анализа пигментов красочного слоя и наполнителя грунта старообрядческих икон горнозаводского Урала XVIII в. (невьянских икон), а также описаны изменения в составе красочной палитры на протяжении этого столетия. Важной частью работы стало изучение более двадцати датированных памятников из крупнейших уральских собраний. Было установлено, что для икон первой половины XVIII в. характерен следующий набор пигментов: охры разных оттенков, киноварь, красный органический пигмент, свинцовый сурик, свинцовые белила, глауконит, искусственный азурит, медный резинат, натуральное индиго, реже — смальта. В иконах второй половины столетия набор пигментов меняется: 1. полностью исчезают глауконит и индиго; 2. неотъемлемой частью палитры становится берлинская лазурь; 3. широкое применение находит аурипигмент: он используется как в чистом виде, так и в смесевых колерах; 4. в обиходе невянских иконописцев появляется ряд минералов (натуральный малахит, крокоит, реальгар), которые крайне редко встречаются в иных центрах поздней русской иконописи. Поскольку малахит и крокоит являются местными минералами, то их идентификация в поздних русских иконах позволяет вносить уточнения в атрибуцию и часто указывает на уральское происхождение памятников. Также исследование показало, что в невянских иконах XVIII в. в качестве наполнителя грунта использовали сульфат кальция, причем в большинстве случаев — в виде ангидрита.

**Ключевые слова:** атрибуция и экспертиза живописи, старообрядческая икона Урала, невянская икона, поздняя русская иконопись, технико-технологический анализ, пигменты иконописи, реальгар, крокоит, малахит, ангидрит

**Title.** Chemical Composition of Paints and Primers as an Important Aspect of the Attribution of Late Russian Icons from the Urals Region

**Authors.** Kadikova, Irina F. — head of the Laboratory of Physicochemical Research. The State Research Institute for Restoration, Gastello ul., 44/1, 107114 Moscow Russian Federation; kadikovaif@gosniir.ru; SPIN-code: 4739-8030; ORCID 0000-0002-7271-0752

Lavrentyeva, Elena V. — Ph. D., researcher. The State Research Institute for Restoration, Gastello ul., 44/1, 107114 Moscow, Russian Federation; Lavrentyeva\_Elena@mail.ru; SPIN-code: 4495-3582; ORCID: 0000-0003-3486-4862

**Abstract.** The article presents the results of the chemical analysis of the paint layer and primer of the Old Believer icons of the 18<sup>th</sup> century from the Urals (Nevyansk icon painting) and describes the changes in the composition of the artists' palette during that century. An important part of the work was the study of more than twenty dated icons from the largest Ural

collections. It was revealed that the icons of the first half of the 18<sup>th</sup> century were characterized by the following set of pigments: ochre of various shades, vermilion, red organic pigment, red lead, lead white, glauconite, synthetic azurite, copper resinate, natural indigo, less often — smalt. In the icons of the second half of the century the set of pigments changes: 1. glauconite and indigo are no longer used; 2. Prussian blue becomes an integral part of the artistic palette; 3. orpiment is widely used, both in its pure form and in mixed paints; 4. a number of minerals (natural malachite, crocoite, realgar), which are extremely rare in other centers of late Russian icon-painting, appear in the use of Nevyansk icon painters. Since malachite and crocoite are local minerals, their identification in the late Russian icons allows us to clarify the attribution and often indicates the Uralic origin of the items. In addition, our research has shown, that in the Nevyansk icon painting of the 18<sup>th</sup> century calcium sulfate was used as a primer, in most cases in the form of anhydrite.

**Keywords:** attribution and expertise of painting, Old Believer icons of the Urals, Nevyansk icons, Late Russian icon painting, technological analysis, pigments of icon painting, realgar, crocoite, malachite, anhydrite

## References

- Alekseeva O. V. *Obrazy i simvoly staroi very. Pamiatniki iz sobraniia Russkogo Muzeia (Images and Symbols of the Old Faith. Works of Art from the Collection of the State Russian Museum)*. St. Petersburg, Palace Editions – Craficart Publ., 2008. 288 p. (in Russian).
- Anhydrite*. *Mindat.org*. Available at: <https://www.mindat.org/min-234.html> (accessed 15 January 2023).
- Astakhova I. S.; Plaksina N. E. Mineral Composition of Colors of Icons from the Lower Pechora River. *Vestnik Instituta geologii Komi nauchnogo tsentra Ural'skogo otdeleniia Rossiiskoi akademii nauk (Bulletin of the Institute of Geology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences)*, 2016, no. 4, pp. 29–33. DOI: 10.19110/2221-1381-2016-4-29-33 (in Russian).
- Avdokhina A. S. (ed.). *Nikolai ugodnik (Nicholas the Saint: Catalogue of the exhibition)*. Kirillov, Kirillo-Belozerskii istoriko-arkhitekturnyi i khudozhestvennyi muzei-zapovednik Publ., 2021. 774 p. (in Russian).
- Baranov V. V. *Ikonopis' Mstery: istoriia, struktura promysla, khudozhestvennye osobennosti: (Icon-Painting of the Mstera: History, Structure of the Craft, Artistic Features), Ph. D. Dissertation*. St. Petersburg, 2008. 306 p. (in Russian).
- Baranov V. V. Microscopic Research of the Icon “The Old Testament Trinity” by Andrey Rublev. On the Question of the Features of Icons Technological Research. *Issledovaniia v konservatsii kul'turnogo naslediia: materialy mezhdunarodnoi nauchno-metodicheskoi konferentsii, 9–11.11. 2010 (Research in the Conservation of Cultural Heritage: Materials of the International Scientific and Methodological Conference, November 9–11, 2010)*. Moscow, Indrik Publ., 2012, pp. 16–24 (in Russian).
- Eastaugh N.; Walsh V.; Chaplin T.; Siddall R. *Pigment Compendium. A Dictionary of Historical Pigments*. Amsterdam, Elsevier – Butterworth Heinemen Publ., 2004. 499 p.
- FitzHugh E. W. Orpiment and Realgar. *Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics*. Washington, National Gallery of Art Publ.; London, Archetype Publications Publ., 1997, vol. 3, pp. 47–80.
- Gettens R. J.; Mrose M. E. Calcium Sulphate Minerals in the Grounds of Italian Paintings. *Studies in Conservation*, 1954, no. 1(4), pp. 174–189.
- Godovikov A. A. *Mineralogiia (Mineralogy)*. Moscow, Nedra Publ., 1983. 647 p. (in Russian).
- Gordienko T. A. Technological Research of Prime and Poliment of Nevyansk Icons of the First Quarter of the 60s of the 19<sup>th</sup> Century. *Dekabr'skie dialogi: materialy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii pamiati F. V. Melekhina, 19–21 dekabria 2005 (December Dialogues: Materials of the All-Russian Scientific Conference in Memory of F. V. Melekhin, December 19–21, 2005, Omsk Regional Museum of Fine Arts)*. Omsk, 2006, pp. 116–119 (in Russian).
- Gordienko T. A.; Kuz'minykh A. V. The Experience of Research of the Painting Layer in the Nevyansk Icon of the First Half of the 19<sup>th</sup> Century from the Collection of the Sverdlovsk Regional Museum of Local History. *Problemy restavratsii pamiatnikov kul'tury i iskusstva: materialy IV nauchno-prakticheskoi konferentsii*,

*posviashchennoi 20-letiiu Ermitazhnoi shkoly restavratsii (Problems of Restoration of Works of Culture and Art: Materials of the 4<sup>th</sup> Scientific and Practical Conference Dedicated to the 20<sup>th</sup> Anniversary of the Hermitage School of Restoration)*. Ekaterinburg, Izdatel'skii Dom Basko Publ., 2018, pp. 91–96 (in Russian).

Grenberg Iu. I. *Ot faiumskogo portreta do postimpressionizma. Istoriia tekhnologii stankovoi zhivopisi (From Fayum Portrait to Post-impressionism. History of Easel Painting Technology)*. Moscow, Iskusstvo Publ., 2003. 255 p. (in Russian).

Grenberg Iu. I. *Tekhnologii stankovoi zhivopisi. Istoriia i issledovanie: Uchebnoe posobie. (Technology of Easel Painting. History and Research: Textbook)*. St. Petersburg, Lan' Publ.; Planeta muzyki Publ., 2019. 336 p. (in Russian).

Iakovleva A. I.; Naumova M. M. Pigments and Primers of Icons of the 18<sup>th</sup>–19<sup>th</sup> Centuries from the Collection of the Moscow Kremlin Museum and the Significance of Their Research for Attribution. *Problemy restavratsii muzeinykh pamiatnikov (Problems of Restoration of Museum Artworks)*. Moscow, 2001, pp. 37–40 (in Russian).

Iurkina N. P. (ed.). *Mineralogiia Urala: Elementy. Karbidy. Sul'fidy (Mineralogy of the Urals: Elements, Carbides, Sulfides)*. Sverdlovsk, Ural'skoe otdelenie Akademii Nauk SSSR Publ., 1990. 391 p. (in Russian).

Iushkin N. P.; Ivanov O. K.; Popov V. A. *Vvedenie v topomineralogiiu Urala (Introduction to Topomineralogy of the Urals)*. Moscow, Nauka Publ., 1986. 295 p. (in Russian).

Kadikova I.; Pisareva S. Primers of the Modern Russian Artists: Composition, Structure and Dating. *International Journal of Conservation Science*, 2022, vol. 13 (special issue 1), pp. 1485–1495.

Krasilin M. M.; Danchenko E. A.; Naumova M. M. About One Palekh Icon of the 18<sup>th</sup> Century. *Issledovaniia v restavratsii: materialy mezhdunarodnoi nauchno-issledovatel'skoi konferentsii, Moskva, 4–6 dekabria 2001 (Research in Restoration: Materials of the International Research Conference, Moscow, December 4–6, 2001)*. Moscow, State Research Institute for Restoration Publ., 2002, pp. 93–101 (in Russian).

Krasilin M. M.; Naumova M. M.; Danchenko E. A. About One Group of Nevyansk Icons. *Iskusstvo Khristianskogo Mira (Art of Christian World)*, 2007, vol. 10, pp. 404–416 (in Russian).

Krasilin M. M. Comprehensive Study of the Group of Icons in the Period from 2009 to 2011 (on the Material of Museums and Private Collections). *Khudozhestvennoe nasledie. Khranenie. Issledovanie. Restavratsiia (Artistic Heritage. Preservation. Research. Conservation)*, 2021, no. 32–33 (62–63), pp. 31–65 (in Russian).

Kuhn H.; Curran M. Chrome Yellow and Others Chromate Pigments. *Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics, vol. 1*. Washington, National Gallery of Art Publ.; London, Archetype Publications Publ., 1986, pp. 187–217.

Laurent'eva E. V.; Kadikova I. F. Icons of the Old Believers Mining Urals of the First Half of the 18<sup>th</sup> Century: Research of Technology and Artistic Materials. *Vos'moi Vserossiiskii konkurs molodykh uchenykh v oblasti iskusstv i kul'tury: sbornik rabot laureatov (The Eighth All-Russian Competition of Young Scientists in the Field of Arts and Culture: A Collection of the Laureates' Works)*. Moscow, Institut Naslediia Publ., 2021, pp. 6–63 (in Russian).

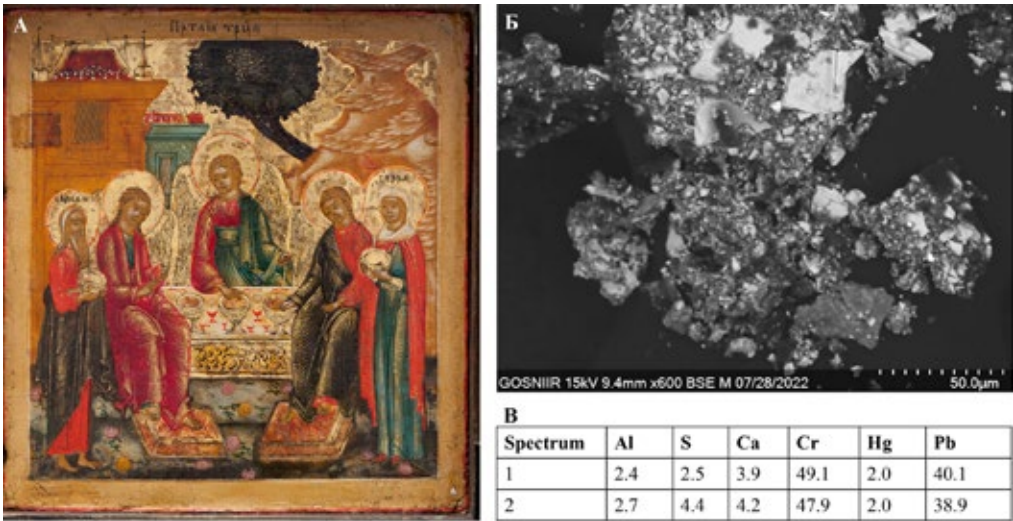
Lugina L. N.; Bratushko Iu. B. The Role of Cross-Section Research for Painting Attribution. *Materialy V nauchnoi konferentsii "Ekspertiza i atributsiia proizvedenii izobrazitel'nogo iskusstva" (Materials of the 5<sup>th</sup> Scientific Conference "Examination and Attribution of Works of Fine Art")*. Moscow, Magnum Ars Publ., 2001, pp. 267–270 (in Russian).

Luk'ianov P. M. *Istoriia khimicheskikh promyslov i khimicheskoi promyshlennosti Rossii do kontsa XIX veka (The History of Chemical Crafts and Chemical Industry in Russia until the End of the 19<sup>th</sup> Century)*, vol. 4. Moscow, Academy of Sciences USSR Publ., 1955. 623 p. (in Russian).

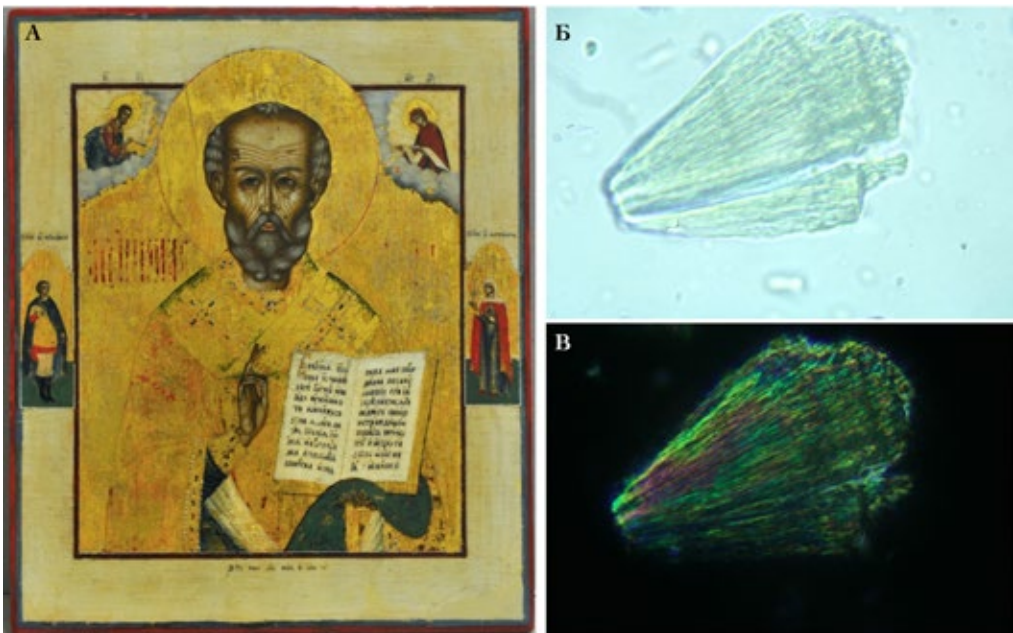
Naumova M. M. *Pozdniaia Antichnost'. Srednevekov'e. Vozrozhdenie (Late Antiquity. Middle Ages. Renaissance)*. Moscow, Indrik Publ., 2018. 432 p. (in Russian).

Pisareva S. A.; Baranov V. V. *Metodika identifikatsii materialov grunta i pigmentov proizvedenii zhivopisi. Tekhnologiia pozdnei russkoi ikonopisi (The Method of Identification of Prime and Pigments of Paintings. Technology of Late Russian Icon Painting)*. Izhevsk, 2017. 115 p. (in Russian).

*Rudniki Urala. Berezovskii rudnik: krokoitovyi shurf (The Mines of the Urals. Berezovsky Mine: Crocoite Pit)*. Available at: <https://uralmines.ru/beryzovskij-rudnik-krokoitovyy-shurf/> (accessed 16 January 2023) (in Russian).



Илл. 155. Исследование оранжевого красочного слоя на изображении архитектуры в трёхстворчатом складне «Св. Троица, Вознесение Господне, избранные святые перед образом Богоматери Федоровской». 1768 г. МНИ. Инв. № НИ-18/219. (А) Фрагмент иконы (фото: А. Е. Ткач); исследование образца методом рентгено-спектального микроанализа: (Б) СЭМ-изображение образца в режиме обратно отраженных электронов с указанием областей анализа и (В) элементный состав пробы (в ат. %) в указанных областях. Исследование подтвердило, что в составе образца присутствует крокоит (Pb, Cr)



Илл. 156. Исследование зелёного красочного слоя на изображении плата в руке св. Николая на иконе «Николай Чудотворец с избранными святыми на полях». Конец XVIII – начало XIX в. (1798 г. ?). НТМЗГУ. Инв. № ТМ-24017, И-373 (А) Общий вид иконы. Фото: Е. В. Лаврентьева; микрофотографии натурального малахита в проходящем поляризованном свете (Б) и в режиме скрещенных поляроидов (В). Фото: И. Ф. Кадикова