Историко-педагогические очерки по технике и технологии силикатной живописи. Часть I.

Цель статьи – изучение технологических особенностей силикатной живописи (техника Кейма). Рассматриваются история открытия, становление и химико-технологические основы живописи с использованием жидкого стекла как связующего материала штукатурных оснований и красок.

Обсуждаются результаты исследований структуры живописи с использованием жидкого стекла, пробные работы и рекомендации по модифицированной технологии силикатной живописи.

Ключевые слова: живопись, силикатная техника, технология, химико-технологические основы, жидкое стекло, штукатурные основания, силикатная живопись

Perspectives of Science & Education. 2018. 5 (35)

International Scientific Electronic Journal
ISSN 2307-2334 (Online)

Available: psejournal.wordpress.com/archive18/18-05/
Accepted: 12 August 2018
Published: 1 November 2018
No. 5 (35). pp. 193-206.

Yu. M. KUKS, T. A. LUKYANOVA

Historical and pedagogical essays on the technique and technology of silicate painting. Part I.

The purpose of the article is to study the technological features of silicate painting (Keim's process). The history of the discovery, formation and chemical-technological fundamentals of painting using liquid glass as a bonding material for plaster bases and paints are considered.

The study results of the structure of painting using liquid glass, trial works and recommendations on the modified technology of silicate painting are discussed.

Key words: painting, silicate technique, technology, chemical and technological bases, liquid glass, plaster bases, silicate painting

Часть I. Истории развития силикатной живописи

«...стремится к устойчивости»
Adolf Wilhelm Keim

1. Введение

В 1878 г. немецкий химик-любитель Адольф Вильгельм Кейм (Adolf Wilhelm Keim) создал рецептуру и запатентовал продукт под названием Keim'sche Mineralfarben («Минеральные краски Кейма»). В основе его изобретения лежал способ усовершенствования техники живописи красками на основе жидкого стекла – стереохромии (от stereos – твердый, и chroma – цвет), идея которой родилась ранее и была разработа-

на химиком и минералогом И. Фуксом (Johann-Nepomuk Fuchs, 1774–1856).

И.Фукс в 1819-20 году впервые прописал методику приготовления растворимого стекла и предложил пути его практического применения в живописи. Консультировал его на этом пути Вильгельм фон Каульбах (Wilhelm von Kaulbach) – один из наиболее значительных представителей немецкой исторической живописи. Несмотря на то, что жидкое стекло, которое тогда стало называться «фуксовым» стеклом [1], оно до 50-х годов 19 столетия не представляло практического интереса, Каульбах продолжал заниматься стереохромией, и в 1850-53 г.г. по его проекту на фасаде мюнхенской Новой Пинакотеки были выполнены росписи красками на основе жидкого стекла.

Только в 1857 году, уже после смерти И. Фукса, была напечатана его статья («Bereitung,

Eigenschaften und Nutzenanwendung des Wasserglases», Мюнхен, 1857), где приводился способ практического применения калийного жидкого стекла в живописи – «стереохромия». В этой работе рассказывалось о подходящих для такой живописи пигментах, о том, что живопись красками на основе жидкого стекла может быть выполнена на различных основаниях: штукатурке из мраморной пудры или доломитовой муки, извести и жидкого стекла, известняковом камне, дереве, керамике, а также о способах реставрации

фресок с использованием жидкого стекла. И. Фукс указывал на то, что пористые известковые материалы должны быть сначала пропитаны раствором фосфорной кислоты, а после окончания росписи красками, затертыми на воде – раствором жидкого стекла. Он не исключал возможности живописи в технике стереохромии как по стеклу, так и на грунтованных холстах. В работе отмечалось, что живопись можно промывать водой, она долговечна, устойчива к выцветанию и погодным условиям.

Фото 1 Портрет Вильгельма фон Каульбаха. Фото: Фридрих Брукман, Мюнхен 1864 г. из собрания Яна Вайерса, Голландия) [2]

Фото 2 Новая Пинакотека, Мюнхен. Фото 1880 г. (Было разрушено в 1944 г.). [3]

Тем не менее, технология стереохромии имела ряд недостатков. Д. Киплик в книге «Техника живописи пишет: «Стереохромия во многих отношениях имела очевидные преимущества перед фреской, но у нее были и крупные недостатки. Важнейший из них состоял в том, что заключительный процесс фиксирования красок не приводил к прочному закреплению их, так как обменное разложение, в которое вступали силикат калия и натрия (живопись фиксировалась калиево-натриевым растворимым стеклом) с фосфорнокислой известью штукатурки, получавшейся после травления, давало в результате кремнекислый кальций, прочно закреплявший часть красок и фосфорнокислые калий и натрий – вещества, растворимые водой, которые подлежали удалению с плоскости картины повторными промываниями ее водой, уносившей с ними и некоторую часть живописи». Кроме этого, поверхность живописи надо было промывать спиртом для удаления щелочи.

Позднее, в энциклопедическом словаре Брокгауза и Ефрона 1890–1907 года в статье, посвященной силикатам, говорится уже о несколько модифицированной технологии живописи: «В стереохромии огромное значение имеет предварительная подготовка грунта:

Фото 3 И. Фукс (Johann-Nepomuk Fuchs)

прямо по известковой штукатурке краски нанесены быть не могут. Подготовка состоит в последовательном нанесении на стену в несколько слоёв силиката. На вполне высохший грунт наносятся краски с чистой водой. Для закрепления их готовая картина обрызгивается из пульверизатора силикатом и затем, по прошествии некоторого времени, промывается винным спиртом для удаления грязи, пыли и свободной щелочи» [4].

Надо сказать, что растворимое стекло, получаемое сплавлением кварцевого песка со щелочью, было приготовлено еще в 1640 году алхимиками Ван-Гельмонтом (1580–1644) и Глаубером (1604–1670). В 1768 году получением жидкого стекла занимался 20-летний Иоганн Вольфганг фон Гёте. Оно было известно ему как «кремневый сок». В 8-ой книге «Поэзия и правда» он пишет: «Долгое время меня больше всего увлекал так называемый «liquor silicum» («кремневый сок»), возникающий в результате воссоединения чистого кварцевого песка с соответствующим количеством щелочи. При этом опыте образуется прозрачное стекло, которое под воздействием воздуха плавится и преобразуется в красивую прозрачную жидкость. ... В приготовлении кремневого сока я приобрел отличную сноровку; гладкая белая галька, которой изобилует Майн, служила мне превосходным материалом, да и во всем остальном, равно как и в усердии, недостатка у меня не наблюдалось. Но мое рвение тут же иссякло, когда я волей-неволей установил, что кремневый сок отнюдь не так тесно связан с солью, как мне представлялось на основании философических выводов: он очень легко снова от нее отделялся, а прекрасная минеральная жидкость, к величайшему моему удивлению несколько раз принимавшая у меня форму животного студня, неизменно давала осадок в виде порошкообразного вещества, которое я не мог не признать за тончайшую кремневую пыль; в самой природе этого вещества не чувствовалось ничего продуктивного, ничего позволяющего надеяться, что сия «девственная земля» когда-либо перейдет в состояние «земли-матери» [5].

Ван-Гельмонт, Глаубер или В. Гёте свои знания получали из философских или естественно-научных источников. А вот как о получении стекла (может быть и жидкого) пишет еще в 1 веке н.э. Плиний Старший в своей книге «Естественное знание. Об искусстве»:

«LXV. В той, граничащей с Иудеей, части Сирии, которая называется Финикией, у подножия горы Кармел есть болото, которое называется Кандебия. Считают, что в нем берет начало река Бел протяженностью в пять тысяч шагов, впадающая в море около колонии Птолемаиды. Она течет медленно, нездорова для питья, но священна для культовых обрядов, илиста, с глубоким дном, песчинки в ней можно увидеть только при отливе моря: перекачиваемые волнами и таким образом очищаясь от грязи, они начинают сверкать. Считают, что тоща они и затягиваются морской едкостью, а до этого они непригодны. Это пространство берега составляет не больше пятисот шагов, и только оно в течение многих веков было источником для производства стекла. Рассказывают, что сюда пристал корабль торговцев нитром, и когда они, рассеявшись по берегу, приступили к приготовлению еды и не оказалось камней под котлы, они подложили под них куски нитра с корабля, которые расплавились от огня, смешав-

шись с песком на берегу, и потекли прозрачные ручьи новой жидкости,— таким было происхождение стекла» [6].

К середине 19 века технология получения жидкого стекла из пород, богатых силикатами была уже хорошо известна и интенсивно шел поиск применения этого вещества в сочетании со строительными известковыми вяжущими.

В 1878 г. химик-любитель А. В. Кейм (Adolf Wilhelm Keim) предложил несколько иную технологию использования жидкого стекла в живописи, которая основывалась на сочетании этого вещества и недавно открытой кремнефтористой кислоты.

Наверное, тогда А. В. Кеймом было замечено, что, кроме того, что кремнефтористая кислота увеличит пористость штукатурного основания (как у И. Фукса – фосфорная кислота), она еще и обладает отверждающим действием на жидкое стекло.

Фото 4 А. Кейм (Adolf Wilhelm Keim)

В отличие от И. Фукса, который применял для пропитки фосфорную кислоту и не получал в результате полного фиксирования красок, применение кремнефтористой кислоты в процессе живописи красками на основе жидкого стекла приводило к переводу всех компонентов в нерастворимое состояние.

На свои, так называемые, минеральные краски А. Кейм получил имперский патент, создал компанию Keimfarben и в 1903 году в издательстве Leipzig, Förster, опубликовал книгу «Ueber maltechnik: Ein Beitrag zur Beförderung rationeller Malverfahren» (О технике живописи: вклад в продвижение рационального метода покраски).

Глава 1. Химико-технологический взгляд на силикатную живопись

*«...силикатная живопись
есть плод нашего времени».*
Д. Киплик

Методика преподавания предмета «Техника живописи и технология живописных материалов» в РАЖВиЗ Ильи Глазунова подразумевает изучение вопросов, связанных с химической технологией материалов живописи. Студенты обязаны знакомиться не только с техникой живописи, но и теми химическими процессами, которые протекают при твердении грунтов живописи и связующих красок.

Но, когда процесс обучения подходит к механизму твердения красок и грунтов силикатной живописи, таких сведений в литературе по технике живописи не находится. Поэтому, необходимо рассмотреть современную химико-технологическую интерпретацию процессов, происходящих при твердении силикатных красок.

Понятие «жидкое стекло» весьма широкое и включает в себя водные щелочные растворы силикатов, независимо от способа получения таких растворов. Жидкие стекла могут быть калиевые, натриевые, литиевые, а также на основе четвертичного аммония или других сильных органических оснований.

Растворимые стекла (растворимые силикаты натрия и калия) представляют собой вещества в аморфном стеклообразном состоянии, характеризующиеся определенным содержанием оксидов – M_2O и SiO_2 , где M – это Na и K . Мольное соотношение SiO_2/M_2O , которое составляет $2,6 \div 3,5$ при содержании SiO_2 $69 \div 76$ масс. % для натриевого стекла и $65 \div 69$ масс. % – для калиевого, называют силикатным модулем жидкого стекла. Содержание в жидком стекле SiO_2 и M_2O в масс.% является вторичной характеристикой жидкого стекла. Также важно содержание как примесных компонентов Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , SO_4^{2-} , так и плотность жидкого стекла ($г/см^3$). Химический состав жидких стекол характеризуют по содержанию кремнезема и других оксидов, независимо от конкретной формы их существования в растворе. В некоторых странах в характеристику жидких стекол включают также значение вязкости растворов.

Натриевые жидкие стекла обычно выпускают в пределах значений силикатного модуля от 2,0 до 3,5 при плотности растворов от 1,3 до 1,6 $г/см^3$. Калиевые жидкие стекла характеризуются значениями силикатного модуля 2,8—4,0 при плотности 1,25—1,40 $г/см^3$ [7].

Сегодня технология получения жидкого стекла включает сплавление смеси молотого кварцевого песка с карбонатом натрия (калия) или сульфатом натрия (калия) в силикат-глыбу при температуре 1300-1400°C, охлаждение расплава и его раство-

рение полученного вещества паром под давлением в автоклаве 0,4-0,8 МПа при 150-175°C в течение 4-6 часов (А.с. СССР №272273, Кл. С01В 33/32, 1970).

Ранний способ получения жидкого стекла, примененный Глаубером и Ван-Гельмонтом и описанный В. Гете, И. Фуксом, заключается в сплавлении кварцевого песка с содой, поташом, сульфатом натрия или щелочью и связан со следующей химической реакцией [8]:

Переход жидко-стекольной системы как склеивающего или связующего вещества из жидкого состояния в твердое может происходить разными путями. Во-первых, это может быть потеря влаги испарением при обычных температурах. Во-вторых, переход в твердое состояние путем введения отвердителей. В-третьих, отверждение в результате потери влаги системой с последующим нагреванием выше 100 °С. Первые два типа или их сочетание используются в силикатной живописи по штукатурному основанию. Третий тип отверждения может быть актуален при особом типе живописи на стекле или керамике. [7] Как уже говорилось использование жидкого стекла в монументальной живописи связано с введением его в состав штукатурного основания.

Когда жидким стеклом затворяют известковый штукатурный раствор, где в качестве наполнителя использован мрамор или доломит, или же штукатурка пропитывается с поверхности, происходит отверждение жидкого стекла и образование нерастворимого силиката кальция по следующей схеме:

Надо сказать, что силикат кальция очень прочный и плотный материал. Пористый кусок, например, негашеной извести, обработанный раствором жидкого стекла, становится настолько плотным и прочным, что его можно полировать. Отлагаясь в порах твердеющей штукатурки, силикат кальция, придает ему повышенную плотность и водонепроницаемость. Не менее активно вступают в реакцию с жидким стеклом и карбонаты щелочеземельных металлов, например, мел, мрамор, известняк. Поэтому наполнитель штукатурки в виде известняка и мрамора с высокой степенью измельчения могут рассматриваться как отвердители жидкого стекла. [9]

Аналогично идет реакция жидкого стекла с гидроокисями и других щелочноземельных металлов, например, гидроокисью магния.

Недостатком данного процесса при работе со штукатурками является то, что при осаждении силиката кальция из водного раствора при комнатной температуре не происходит формирования кристаллического силиката. «Непохоже, что в каком-либо из этих случаев будут формироваться макрокристаллические силикаты металлов, подобные тем, что обнаружены в природных минералах...» – пишет Р. Айлер. Вместо этого обычно получается коллоидная смесь по мере взаимной коагуляции положительно заряженных коллоидных частиц гидроксида металла и отрицательно заряженных коллоидных частиц кремнезема [8, с. 224].

Об этом же свидетельствуют П. Н. Григорьев и М. А. Матвеев. По их данным жидкое стекло, которое легко и быстро реагирует с гидроокисями щелочноземельных металлов, образует гелеобразные продукты реакции [10]. Тем не менее, Р. Айлер отмечает, что силикат кальция CaSiO_3 все таки «может кристаллизироваться в аморфной массе после окончания процесса старения, особенно если компоненты присутствуют в подходящем стехиометрическом соотношении. К тому же в некоторых случаях микрокристаллические силикаты металлов могут формироваться немедленно, если соответствующие растворы соли металла и силиката смешиваются очень разбавленными», особенно в присутствие алюминия. Между прочим, как раз такой кристаллизации и добивался И.Фукс. Вот что он пишет в своей работе: «Вскоре после того, как он (*Вильгельм фон Каульбах – прим. авт.*) отметил, что для начальной адгезии красок на поверхность картины было бы желательно сделать связующее более эффективным, я дал ему пастообразную массу, которая получалась путем добавления разбавленных квасцов к жидкому стеклу...» (*перевод авт.*). «*Bereitung, Eigenschaften und Nutzenanwendung des Wasserglases*», Мюнх., 1857. стр.40 [11].

Алюмокалиевые квасцы, которые имеют химическую формулу $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, при растворении в воде диссоциируют: $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 = \text{K}^+ + \text{Al}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-}$, давая ионы алюминия, необходимые для получения алюмосиликат-ионов, т.е. создавались условия для вышеозначенной кристаллизации.

Далее, по методике стереохромии для росписи стен И. Фукс рекомендовал использовать известково-мраморную штукатурку, по которой художник работал красками, затертыми просто на воде. Для фиксации красочного слоя поверхность готовой живописи опрыскивалась раствором жидкого стекла. Так вот, при этой операции, на воздухе, кроме образования прочного силиката кальция в штукатурном основании, на поверхности происходила еще и реакция жидкого стекла с углекислым газом:

Записывают эту реакцию и так :

При этом происходит связывание частиц пигмента, за счет образования геля кремнекислоты и гидросиликатов калия переменного состава. Практически, на поверхности при такой обработке образуется стекловидный красочный слой (иногда даже с блеском), по-сути, состоящий из настоящего стекла.

Надо сказать, что уже И. Фукс в своей статье отдавал предпочтение калийному или, в крайнем случае, калийно-натриевому жидкому стеклу. На самом деле, специалисты полагают, что калиевое растворимое стекло по своим свойствам похоже на натриевое. Но, несмотря на это, жидкое калиевое стекло характеризуется большей вязкостью и лучшей клеящей способностью, лучше растворяется в воде [12]. При этом, уже позднее отмечалось, что качественные силикатные краски должны изготавливаться только на калийном жидком стекле (модуль не ниже 2,5), т.к. натриевое жидкое стекло быстро приводит к образованию на поверхности красочного покрытия высолов – белых налетов углекислого натрия [13].

Фото 5 Кристаллические высолы сульфата натрия на поверхности силикатного грунта при использовании для приготовления грунта смеси калийного и натриевого жидкого стекла. Фото авторов.

Это связано с отличиями в свойствах кристаллогидратов карбоната натрия и калия. Так, формула кристаллогидрата карбоната калия – $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$, т.е. на 1 моль K_2CO_3 приходится 1,5 моля воды, в то время как у карбоната натрия $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ на 1 моль приходится 10 молей воды, что приводит к тому, что высолы на поверхности красочного слоя, выполненного натриевым жидким стеклом, могут повреждать краску из-за большого размера игольчатых кристаллов, которые могут достигать 4 см в длину [14].

Конечно, И. Фукс, видя преимущества стереохромии перед чистой фреской в высокой прочно-

сти штукатурного основания, прочности красочного слоя, замечал и недостатки. Он отмечал, что не всегда фиксирование красок жидким стеклом приводило к их качественному закреплению. А необходимость повторной промывки водой для удаления водорастворимых компонентов (образовавшихся после пропитки штукатурки фосфорной кислотой) усложняло процесс, в результате которого мог быть смыт красочный слой.

По технологии И. Фукса пропитка известково-мраморной штукатурки фосфорной кислотой давала следующие продукты:

А в процессе живописи красками на основе жидкого стекла происходило образование следующих веществ:

А далее, как говорилось ранее, при фиксировании красочного слоя, написанного красками на воде раствором жидкого стекла происходило связывание пигмента за счет образования геля кремнекислоты. Тем не менее, растворимые фосфаты $\text{Na}_3\text{PO}_4(\text{K}_3\text{PO}_4)$ после окончания росписей приходилось отмывать дополнительно водой. Ясно, что промывка живописи водой или (и) спиртом – все это было не вполне удобным процессом. Хотелось, чтобы краски, как обычно, смешивались сразу со связующим веществом – жидким стеклом. Вот эту задачу и удалось решить А. Кейму. Художники в те годы обратили внимание на его технологию живописи и признали ее одной из лучших техник монументальной живописи. А. Кейм разработал ее в нескольких вариантах:

- для монументальной живописи («Künstlerfarben» (способ А));
- для декоративной живописи («Decorationsfarben» (способ Б));
- для окраски фасадов.

Согласно предложению А. Кейма, основанием для монументальной живописи могли служить обычные цементно-известково-песчаные штукатурки или легкие бетоны, которые подготавливались тонким слоем известково-мраморной штукатурки белого цвета с гидравлическими добавками (инфузорная земля), состоящими из активного кремнезёма.*

Когда подготовительный штукатурный слой полностью высыхал, поверхность обрабатывалась с кисти слабым (5%) водным раствором кремнеф-

* инфузорная земля, диатомит (называемый также горная мука, полировальный сланец, кизельгур, сложен преимущественно из кремниевых, полых внутри панцирей одноклеточных диатомитовых водорослей. Химический состав [в % (масс.)] кремнезем — 55,0—95,0, глинозем — 0,1—10,5, окись железа—0,2— 10,0, окиси кальция и магния — 0,2—4,0, фосфора и натрия — следы.

тористоводородной кислоты и проводилось дополнительное смачивание поверхности водой. Эту кислоту стали тогда получать, вероятно, как отход производства минерального удобрения – суперфосфата, когда улавливаются вторичные фторсодержащие газы:

А, возможно, ее получали сплавлением силикатного песка с фтористым водородом при 250-400°C (в 1771 году Карл Шееле получил фтороводород и плавиковую кислоту из плавикового шпата: $\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{HF} + \text{CaSO}_4$):

Так или иначе, после пропитки кремнефтористой кислотой подготовка основания заканчивалась пропиткой разбавленным раствором калийного жидкого стекла за два раза с просушкой. Подготовленное таким образом штукатурное основание могло расписываться тут же. А могло и оставаться неокрашенным несколько лет. Поверхность расписывалась красками, стертыми на жидком стекле, и обрабатывалась фиксажем на основе карбоната аммония. Как писал А. Кейм, поверхность после этого походила на мрамор.

Итак, при обработке поверхности известковой штукатурки кремнефтористой кислотой происходило растворение образовавшейся ранее на поверхности штукатурки нерастворимой пленки из карбоната кальция, а также, и частичное растворение извести – Ca(OH)_2 с образованием растворимых фторосиликатов кальция. Так как фторосиликат кальция CaSiF_6 неплохо растворим в воде (10,6 г / 100 мл воды), то при дополнительном смачивании штукатурки он диффундировал внутрь. Штукатурка при частичном растворении поверхностной пленки карбоната кальция приобретала дополнительную пористость, за счет которой краски во время нанесения имели хорошую адгезию:

Затем, как говорилось, поверхность штукатурки фиксировалась раствором (1:2) жидкого стекла. При этом происходила обменная реакция и образование труднорастворимых веществ:

Особенность образования нерастворимых фторосиликатов заключается в том, что они не только взаимодействуют со щелочью, понижая ее содержание, но выделяют при своём разложении кремнекислоту, которая в твердеющей системе заметно уплотняет ее, понижая пори-

мость. Реакция протекает между гексафторсиликатом ионами и гидроксил ионами по следующей условной схеме:

Поверхность при этом становилась прочной и плотной. По такой сухой и затвердевшей поверхности живопись велась красками, стертыми на жидком стекле. При этом протекали те же реакции, при которых происходила уже фиксация штукатурки (формула 9).

Известно, что отверждение жидкостекляных композиций сопровождается увеличением силикатного модуля жидкого стекла. Обычно это осуществляется нейтрализацией части или всей щелочи, содержащейся в жидком стекле. Это может быть достигнуто как введением кислоты, способных к гидролизу солей, например NH_4C_1 , $\text{A}_{12}(\text{SO}_4)_3$, так и кислых газов как CO_2 или веществ, выделяющих кислые газы, например, карбонат аммония.

Так вот, по технологии Кейма после высыхания красочного слоя проводилась дополнительная обработка карбонатом аммония. Карбонат аммония нестойкое вещество и легко разлагается на газообразные продукты: аммиак и углекислый газ. Углекислый газ, как уже говорилось, дополнительно гидролизует силикат кальция, превращая его в гель кремневой кислоты:

Д. Киплик обо всем этом пишет так: «При фиксировании красок растворимое стекло, разведенное водой, проникает в глубину штукатурки и вступает в обменное разложение с находящимся в ней кремнефтористым кальцием, причем в результате получают кремнекислый кальций и кремнефтористый калий – вещества постоянные, не растворимые в воде, которые прочно связывают заключенные между ними частицы красок» [15]. При этом, интересно отметить, что эта идея – кремнефторизации, принадлежит великому русскому ученому Д.И. Менделееву [16].

При этом надо учитывать, что А. Кейм получил патент на изобретение, т.е. что-то в технологии было скрыто. Вот что пишет Д. Киплик: «Краски содержат в себе примеси веществ, способствующих прочному их закреплению. К ним относится водный глинозем, гидрат окиси магния и др. Примеси эти не отнимают цветовой силы у красок, и потому живопись этого способа обладает значительной силой, не уступающей в отношении цвета силе фрески».

Попробуем оценить эти добавки. Так, Д.И. Менделеев пишет, что водный глинозем или водную окись алюминия можно получить из квасцов, обрабатывая их аммиаком: «Глина служит в практике источником для получения глинозе-

ма Al_2O_3 и большинства его соединений, между которыми с древности первое место занимают квасцы, т.е. двойная сернокислая соль калия и алюминия $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. При действии на глину серною кислотою, разбавленную некоторым количеством воды, образуется серноглиноземная соль $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, и если к такому раствору прибавить углекалиевой или серно-калиевой соли, то в растворе получается двойная соль, т.е. квасцы... Квасцы растворимы в воде, и если к такому раствору прибавить аммиака, то выделится водный глинозем, или *водная окись алюминия* (курсив авт.), в виде белого студенистого осадка, нерастворимого в воде, но растворяющегося легко в кислотах, даже в слабых, и в едком натре и едком кали» [17].

Т.е., в составе красок могли содержаться квасцы, которые при взаимодействии с углекислым аммонием давали т.н. водный глинозем, между прочим, как и у И. Фукса, о чем говорилось выше. Он же способствовал, как уже говорилось, кристаллизации кремнекислого геля.

Что же касается добавления гидроокиси магния, как пишет Д. Киплик, то надо сказать, что возможный процесс здесь следующий:

Это может произойти потому, что растворимость в воде гидроокиси магния значительно ниже (0,0012 г/100 мл), чем гидроокиси кальция (0,185 г/100 мл). Поэтому реакция при контакте гидроокиси магния, содержащегося в краске, с гексафторсиликатом кальция, образовавшемся в штукатурке при травлении кислотой будет смещена в сторону образования гексафторсиликата магния. А это вещество, в свою очередь, реагируя с компонентами мраморного наполнителя:

приводит к получению плотного поверхностного слоя из-за образования труднорастворимых и газообразных веществ [18].

Между тем, в рациональной рецептуре силикатных красок, предложенной в справочнике архитектуры 1946 г., кроме пигментов присутствуют еще очень важные компоненты. Среди них цинковые белила, упоминающиеся также у И. Фукса, мел, тальк, который представляет собой как раз силикат магния, тонкозернистый песок. И важно то, что вся эта смесь затворяется раствором жидкого стекла [13].

В самом деле, известно, что цинковые белила, представляющие собой оксид цинка, активно вступают в реакцию с жидким стеклом с образованием силиката цинка:

То же происходит и с мелом:

Если же представить себе, что аналогично (11) образуется кремнефтористый цинк ZnSiF_6 , то при взаимодействии его с углекислым кальцием также образуются нерастворимые соединения, придающие устойчивость поверхностям [19]:

Таким образом, наличие в краске тонкомолотого кварца, добавки мела, оксида цинка и гидроксида магния приводит к образованию коллоидов силикатов, постепенной их кристаллизации, фиксации краски до плотного прочного слоя. Такой способ приготовления красок соответствует тому, что А. Кейм называл «Decorationsfarben» («Декоративные краски»).

Д. Киплик отмечал, что: «Живопись декоративными красками проста и не требует особой

подготовки или грунта. Краски хорошо ложатся и закрепляются на поверхности различных материалов: известковых, цементных и прочих штукатурках, металле (цинке и железе), бумаге, картоне и холсте при обязательном, однако, условии, чтобы материал, покрываемый красками, не был слишком пористым. Пористый материал пропитывается смесью, состоящей из 5 частей снятого молока и 1 части известкового молока. Краски в тонком порошке смешиваются на металлической палитре с растворимым стеклом кистью и наносятся на поверхность покрываемого предмета. По высыхании они сильно светлеют и изменяются в тоне, наподобие обыкновенных клеевых красок, но, раз высохнув, не растворяются уже в воде. Их можно наносить слой на слой, причем нижележащие краски не растворяются наносимыми поверх, и потому поправки и исправления в этом способе возможны». Д. Киплик пишет также, имея в виду западно-европейскую живопись: «На практике этот способ живописи осуществлен в таких размерах, что одно перечисление всех зданий, расписанных им, может составить отдельную брошюру».

Фото 6 Ратуша в г. Швиц, Швейцария, общий вид.

Фасад украшают росписи 1891 года, выполненные силикатными красками (Созданы в честь 600 -летней годовщины подписания Хартии Конфедерации на лугу Рютли)

Глава 2. О становлении силикатной живописи в России

Полагают, что в русской монументальной живописи использование этой техники связано с именем художника М. В. Нестерова. Надо сказать,

что первое ознакомление М. Нестерова с техникой силикатной живописи, вероятно, произошло в Мюнхене в 1898 г. В письме А.А. Турыгину М. Нестеров пишет: «[...] Здесь, кроме двух пинакотек, несколько музеев и две выставки...В Старой Пинакотекке много хорошего из немцев и итальянцев,

чудный Вандик, Рубенс, разные Ван дер Гольцы и т.п., Гирландаи, Франча, Линии и прочие простодушные и искренние люди. В Новой Пинакотеке, кроме известных всем Каульбахов и Пилотти (нарядный, каналья!), много «самоновейшего» с кумиром современных мюнхенцев – Францом Штуком». [20]

Тогда, в свой визит в Мюнхен, маловероятно, чтобы М. Нестеров не обратил внимание на росписи фасада Новой Пинакотеки, выполненные В. фон Каульбахом в 1847–1865 г.г, где на огромных стенных пространствах были изображены художники, скульпторы и архитекторы, работавшие для своего короля Людвига I. «Размеры этих росписей, сотни персонажей, их населяющих, производят оглушительное впечатление» – говорилось в Художественном календаре "Сто памятных дат" [21].

Фото 7 Битва с химерой эпохи париков. 1850 81 x 179 см. Холст, масло [22]. На стене пинакотеки: ≈12 м2 .

Вскоре, после Мюнхена М. Нестеров начинает работать над росписями в церкви во имя благоверного князя Александра Невского в Абастумани. Дата постройки этого храма — 1896–1904 года. Он был возведен по инициативе брата Николая II — великого князя Георгия Александровича, который лечился в Абастумани от туберкулеза и прожил здесь 7 лет. Освещение храма произошло 13 сентября 1898 года, а в 1899 году князь Георгий скоропостижно скончался.

Обследование живописи, проведенное в 1988 года сотрудниками института «Спецпроектреставрация»* показало, что часть росписей М. Нестерова в Абастумани выполнена по технике Кейма (полагают, по мнению художника-реставратора С.В. Филатова, в силикатной технике М. Нестеров выполнил часть орнаментальных росписей храма в Абастумани), а другая часть — представляет собой станковые картины на стенах, выполненные на тонкой (до 10 мм) необычно прочной известково-песчаной (горный полимиктовый песок) штукатурке (вероятно, выполненной по технике А. Кейма с использованием жидкого стекла) в масляной технике по клеemasляной шпаклевке.

* В.В. Филатов «Реставрация настенной масляной живописи». М., 1995. Исследования проведены сотрудниками отдела физико-химических исследований института «Спецпроектреставрация» объединения «Росреставрация» в 1988 г. Заключение подписаны В. А. Молчановой, Ю. М. Куксом, Р. А. Зверевой и Л. Н. Коршуновой.

Фото 8 Церковь Александра Невского в Абастумани

Фото 9. - Фото 10. Фрагменты росписей М. Нестерова вероятно, в технике силикатной живописи, в ц. Александра Невского в Абастумани

На долю М. Нестерова при работе над росписями в Абастумани выпали большие сложности. Вот как он пишет об этом в своих воспоминаниях:

«В Абастумане я был теперь с молодой женой. Там нашел я большой непорядок. Помощник Свинына – архитектор Луценко загрунтовал стены неумело, небрежно. Материал для за грунтовки был взят самого плохого качества, результатом чего было то, что за грунтовка вместе с написанным по ней орнаментом быстро стала отставать от стен... Решено было к докладу великому князю и графу И.И. Толстому в качестве вещественных доказательств послать несколько аршин грунта с позолоченным по нему сложным грузинским орнаментом. Грунт этот при малейшем прикосновении к нему ножа отставал от стен лентами. Эти ленты я накатал на вал и в таком виде отправил в Петербург... В Москве, ввиду пере грунтовки церковных стен, я совещался с учеными-химиками. Показал им ленты, снятые со стен храма. Для меня стало совершенно ясно, что злоупотребления были несомненные» [23].

И в самом деле, уже из вышеизложенной технологии живописи жидким стеклом ясно, что без консультаций «ученых-химиков» художнику трудно было обойтись. Вот как об этом пишет Нестеров своему другу: «А.А. Турыгину Абастуман, 14 июля 1902 г.

[...] Думаю, что тебе еще не писал, что абастуманскую церковь - увы! - снова приходится за грунтовывать заново: рецепт грунта, данный мною архитектору (заместителю Свинына – Луценко), использован небрежно (если не сказать большего), и стены, из коих три четверти уже были покрыты орнаментом и позолотой, пришлось соскоблить, и купол, уже расчерченный под живопись. Вся эта милая шутка архитекторов обошлась мне тысячи в полторы-две. И я был вынужден все, не скрывая, изложить вел. князю и просить его удалить архитекторов и доверить [мне] все работы по подготовке храма под живопись, на что и получил телеграмму от вел. кн. с полным согласием на все мои запросы. Луценко немедленно выехал, рабочие его были отставлены (страшные злоупотребления открываются почти ежедневно). Теперь десяток солдат скоблят стены под командой моего помощника, я же пишу пророков на уцелевших от разрушения местах. Придется месяца на два-три или больше дело затормозить» [20].

Очередной проблемой для М. Нестерова в Абастумани стала роспись скуфьи. Оказалось, что кирпичная кладка центрального купола храма была сильно увлажнена. В 1903 году предложил простое решение с высушиванием купола 30-летний Алексей Щусев. Полагают, что с этого случая М. Нестеров подружился с талантливым архитектором и инженером.

Конечно, трудно представить сейчас, через какие трудности пришлось пройти художнику, который решил применить новую для того времени технику живописи. При этом возникают вопросы о том, кто мог посоветовать М. Нестерову применить недавно запатентованные в Германии силикатные краски, приобретал ли он материалы

живописи из Германии или решил делать их самостоятельно. Почему он оставил архитектора Луценко готовить поверхность по новой силикатной технологии, а сам уехал. Но, как бы то ни было, а в 1904 году М. Нестеров закончивает работу над росписью храма.

В 1908 году миллионер-сахарозаводчик Павел Харитоненко, большой ценитель произведений искусства, когда-то купивший картину М. Нестерова и с тех пор находившийся с ним в дружеских отношениях, решает заказать проект храма для своей усадьбы «Натальевка» в Харьковской губернии.

Фото 11 Фрагмент росписи в технике силикатной живописи в церкви Всемилового Спаса в Натальевке

Фото 12 Церковь Всемилового Спаса в Натальевке

URL: http://www.etoretro.ru/pic27085.htm?sort=DESC&sort_field=image_date

А. Щусев, которого П. Харитоненко пытается привлечь к этой работе, в чем-то сомневался, но, по рекомендации М. Нестерова, соглашается работать над проектом. В создании храма тогда приняли участие скульпторы Александр Матвеев и Сергей Коненков, художники Мстислав Добужинский и Александр Савинов. Они все были почти ровесники, талантливые, современные, энергичные. И в 1913-1915 г.г. А. Савинов расписывает церковь Всемилошного Спаса в Натальевке в новой для России технике А. Кейма красками на основе жидкого стекла.

Нельзя исключать того, что инициатором применения новой техники живописи, как автор проекта, был А. Щусев, побывавший к этому времени в 1898–1899 годах в Вене, Триесте, Венеции, Англии, Бельгии и Франции и знакомый с новыми европейскими веяниями.

Последним опытом работы в монументальной живописи для М. Нестерова стали росписи в Покровской церкви Марфо-Мариинской обители. Проектирование и строительство обители по рекомендации М. Нестерова возглавил А. Щусев, и: «А.Турыгину. Абрамцево, 6 сентября 1907 г. [...] Еще во время выставки в Москве мне вел. кн. Елизавета Федоровна предложила через фон Мекка принять на себя роспись храма, который она намерена построить при общине, ею учреждаемой в Москве. (Все, что я пишу тебе здесь, пока безусловный секрет, такова воля вел. кн.). По желанию ее высочества я рекомендовал ей архитектора – Щусева, теперь его проект церкви и при ней аудитории – трапезной (прекрасный) утвержден, весной будет закладка...».

Фото 13 Покровский собор Марфо-Мариинской обители. М. Нестеров. Благовещение. Роспись пилонов и конхи. 1911 г.

Для создания скульптурных вставок на фасадах А. Щусев приглашает скульптора С. Т. Коненкова. Но на этот раз настенные росписи выполняет сам Нестеров. В связи с этим, Нестеров пишет А.А. Турыгину [20]: «Община во имя Марии и Марфы и храм во имя Покрова при ней воздвигаются на личные средства великой княгини. И это – дело ее души. Вся затея, с обеспечением на вечные времена, обойдется недешево, а потому на "ху-

дожество" ассигнована сравнительно сумма небольшая, а так как моя давнишняя мечта – оставить в Москве после себя что-либо цельное, то я, невзирая на скромность ассигновки, дело принял (к искреннему удовольствию великой княгини). А приняв его, естественно, и отдался этому делу всецело».

И здесь опять Нестерова преследуют неприятности со штукатурной основой, как и в Абастумани: Он пишет А.А. Турыгину в Москву 8 апреля 1911 г:

«[...] Мои художественные дела тоже оказались в отвратительном виде: 2 апреля кончил «Путь ко Христу», а 5-го оказалось, что картину придется счищать всю. Она отстает вместе с грунтом слоями (как орнаменты в Абастумане). Надо искать причин в штукатурке или шпаклевке, так как кирпич по анализу не дал и одного процента влаги. Штукатурили два года тому назад помощники Щусева, грунтовал им поставленный подрядчик. Сегодня будет по этому поводу совещание. Завтра будет в церкви вел. княгиня. Вероятно, придется вставить на это место металлическую доску и потратить еще месяца три на повторение. Вот какие дела-то, старичок!» [20].

О том, что М. Нестеров в Покровском соборе Марфо-Мариинской обители вел росписи в технике Кейма можно судить из этого письма: «С утра я уходил в церковь, где кипела работа по за-грунтовке стен по способу Кейма. Из Академии был выписан особый мастер. Краски по Кейму, живописные, мне не нравились, казались жидкими, водянистыми, ничем не походили на настоящую фресковую живопись, и я иногда жалел, что в этом уступил Щусеву».

Об этом также сообщает В.В. Филатов, что в технике силикатной живописи были выполнены росписи в конхе апсиды и на восточных пилонах. Но, живопись по штукатурке других трех главных сюжетов художнику не понравилась, и он исполнил их на медных листах. [24] Из переписки М. В. Нестерова (12 мая 1911 г), касающейся этой росписи: «К первому июню будет готова доска (медная), а к послезавтра начнут срубать большую картину. Краски "Кейма" чертовски дороги!!! (пришлось выписать рублей на 400) тем не менее, другого исхода нет, ибо все стены сырые. Трещат они во славу Щусева, который относится к таким обстоятельствам с "очаровательным легкомыслием..."» [20].

В 1914 году художник П. Д. Корин в технике Кейма расписывает крипту* (подземную усыпальницу) Покровского собора Марфо-Мариинской обители. Надо сказать что живопись там в течение многих лет подвергалась систематическому увлажнению и, несмотря на это, остается до сих пор в удовлетворительном состоянии [25].

* Из писем: П.Д. Корину, Москва, 3 февраля 1914 г. «Давно не видал Вас! Приходите, Корин, завтра или послезавтра, часов в 12-1 ч. Пообедаем, потом поговорим о делах. Недавно слышал Вам похвалы на Ордынке, видел Ваш рисунок там, он мне понравился».

Н.В. Сорокатый в своей статье по поводу реставрации стенописией Марфо-Мариинской обители пишет: «Столетняя история бытования росписи храма в непростых условиях доказала стойкость материалов техники «Кейм», которая сохранила росписи М. В. Нестерова и П. Д. Корина, несмотря на сложные условия, когда на протяжении многих десятилетий в помещение крипты просачивалась вода, постоянно была высокая влажность и отсутствовала циркуляция воздуха. По нашему мнению, техника «жидкого стекла» является самой надежной технологией росписи для сложных климатических условий на сегодняшний день» [28].

Фото 14 Фрагмент росписи П.Д. Корина в крипте Покровского собора Марфо-Мариинской обители, 1914 г Фото А. Харькова. 2012 г.

Еще одним объектом, который указывается в разных источниках, как место применения силикатной живописи – Новгородский Софийский собор. Полагают, что в соборе в 1897 г. артель Сафоновых использовала технику Кейма при создании новых росписей.

Разрабатывал проект воссоздания росписей В.В. Суслов (1857-1921). (Владимир Васильевич Суслов – русский архитектор, реставратор и археолог, исследователь русского зодчества). Он считал, что научно-исторически обоснованным будет точное копирование древнерусских фресок того

же периода для реставрации росписей Новгородского Софийского собора.

При этом В.В. Суслов говорил, что воссоздавать живопись надо в технике Кейма, которая наиболее близко передает фактуру фресковой живописи. Он предполагал также использование красок на казеиновом связующем. Тем не менее, Археологическая комиссия сочла, что «...Допущение росписи Новгородского собора по изготовленным образцам оказалось бы нарушением церковных традиций и благолепия храма», а также то, что позиция Суслова и его проект являются неприемлемыми для реставрации живописи Новгородского Софийского собора. В марте 1896 года, пользуясь разрешением Синода, иконописец Сафонов начал роспись собора по проекту В. В. Суслова, но без его согласия [26].

В этой связи, надо сказать, что, изучая ранее некоторые образцы живописи Сафонова (например, Смоленский собор Новодевичьего монастыря), выполненные по гипсовым штукатурным основаниям клеевыми красками, авторы настоящей работы полагают маловероятным использование бригадой Сафонова техники Кейма ввиду ее сложности.

При этом, Д. Киплик, говоря о применении силикатной живописи в России, упоминает в своей книге «Техника живописи» только росписи в Натальевке, курзала в Сестрорецке и ученическую работу в одной из мастерских Академии художеств, а Комаров А., дополнительно, и росписи М. В. Нестерова 1911 г. в Марфо-Марьиинской обители в Москве [27].

Но, несмотря на то, что М. Нестерова считают художником, впервые использовавшим эту технику в монументальной живописи, все же нет ни одного письменного свидетельства об этом: в письмах к другу А.А. Турыгину, к А. Щусеву, к П. Корину нет нигде упоминаний о силикатной живописи.*

* Объяснить это можно, пожалуй, тем, что техника Кейма была запатентована, а попытки ее использовать в России были построены на самостоятельном изготовлении материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ИОГАНН НЕПОМУК ФОН ФУКС. FUKS — ЭНЦИКЛОПЕДИЯ [сайт] / URL: http://fuchs-a.narod.ru/index/iogann_nepomuk_fon_fuks/0-134 (дата обращения 15.09.2018).
2. Каульбах, Вильгельм фон / Материал из Википедии – свободной энциклопедии [сайт]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Каульбах,_Вильгельм_фон (дата обращения 15.09.2018).
3. Новая пинакотекa / Материал из Википедии – свободной энциклопедии. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Новая_пинакотекa (дата обращения 15.09.2018).
4. Энциклопедический Словарь Ф.А.Брокгауза и И.А.Ефрона. URL: <http://www.vehi.net/brokgauz/> (дата обращения 15.09.2018).
5. Иоганн Вольфганг Гете. Собрание сочинений в десяти томах. Том третий. Из моей жизни. Поэзия и правда / Электронная библиотека Royallib.com. URL: http://royallib.com/read/gete_iogann/sobranie_sochineniy_v_desyati_tomah_tom_tretiy_iz_moej_gizni_poeziya_i_pravda.html#1187840 (дата обращения 15.09.2018).
6. Плиний Старший. «Естествознание. Об искусстве». М.: Ладомир 1994.
7. Фиговский О.Л., Кудрявцев П.Г. «Жидкое стекло и водные растворы силикатов, как перспективная основа технологических процессов получения новых композиционных материалов». URL: http://figovsky.iri-as.org/stat/01_04_liqglass.pdf (дата обращения 15.09.2018).
8. Айлер Р. Химия кремнезема. Растворимость, полимеризация, коллоидные и поверхностные свойства,

- биохимия. М.: Мир, 1982, 416 с. (С. 157, 224).
9. Отверждение жидкого стекла соединениями кальция и других двухвалентных металлов / MSD.com.ua. URL: <http://msd.com.ua/rastvorimoe-i-zhidkoe-steklo/otverzhdenie-zhidkogo-stekla-soedineniyami-kalciya-i-drugix-dvuxvalentnykh-metallov/> (дата обращения 15.09.2018).
 10. Самотвердеющие композиции на основе жидкого стекла / kraska.biz. URL: <http://kraska.biz/zhidkie-samotverdeyushhie-smesi/samotverdeyushhie-kompozicii-na-osnove-zhidkogo-stekla/> (дата обращения 15.09.2018).
 11. Johann Nepomuk von Fuchs. Bereitung, Eigenschaften und Nutzenanwendung des Wasserglases mit Einschluss der Stereochromie. Literarisch artistische Anstalt. P. 69. URL: <https://play.google.com/books/reader?id=vaZQAAAAcAJ&printsec=frontcover&output=reader&hl=ru&pg=GBS.PA40> (дата обращения 15.09.2018).
 12. Бобкова Н. М. Физическая химия силикатов и тугоплавких соединений. Мн.: Выш. шк., 1984. 256 с. (С.101).
 13. Справочник архитектора. Малярная техника, Т. 12, М., 1946. С. 135.
 14. Кристаллы. URL: http://chemistry-chemists.com/Video1/Potassium_ferricyanide.html (дата обращения 15.09.2018).
 15. Киплик Д.И. Техника живописи. М.: СВАРОГ и К, 1998. С.479.
 16. Изложить сущность работ по флюатированию камня кремнийорганическими соединениями. URL: <http://gigabaza.ru/doc/76961.html> (дата обращения 15.09.2018).
 17. Менделеев Д.И. Основы химии Том 2. С. 120 URL: <http://www.ngpedia.ru/pg3071349bYzmMfd0006644114/> (дата обращения 15.09.2018).
 18. Евстропьев К.С. Химия кремния и физическая химия силикатов. С. 220 URL: <http://www.ngpedia.ru/pg5335322EmpE5nE0007131898/> (дата обращения 15.09.2018).
 19. Выдержка из книги Евстропьев К.С. Химия кремния и физическая химия силикатов. URL: <http://www.ngpedia.ru/pg5335322EmpE5nE0007131898/> (дата обращения 15.09.2018).
 20. Из письма, А.А. Турыгину. Мюнхен, 18 июня 1898 г. URL: <http://art-nesterov.ru/letters90.php> (дата обращения 15.09.2018).
 21. Художественный календарь "Сто памятных дат", 1974 г. М. : Советский художник, 1973.
 22. Этюды к фрескам для Новой пинаотеки. Битва с химерой эпохи париков. URL: <http://www.art-drawing.ru/gallery/1193-kaulbach-wilhelm-von/detail/9728-kaulbach-wilhelm-von1> (дата обращения 15.09.2018).
 23. О пережитом. 1862–1917 гг. Воспоминания. http://samlib.ru/t/tegiulx_m/pers42.shtml. (дата обращения 15.09.2018).
 24. Реставрация настенной масляной живописи. М., 1995.
 25. Техники и технологии в сакральном искусстве. Христианский мир. От древности к современности (С. 7.). URL: https://bookz.ru/authors/kollektiv-avtorov/tehniki-_129/page-7-tehniki-_129.html (дата обращения 15.09.2018).
 26. Суслова А. В.. Некоторые данные к характеристике деятельности академика архитектуры В. В. Суслова в области реставрации и охраны новгородских памятников (1891-1900 гг.). URL: <http://www.russiancity.ru/hbooks/h023.htm> (дата обращения 15.09.2018).
 27. Комаров А.. Технология материалов стенописи. М.: Изобразительное искусство, 1989, С. 126.
 28. Художественное наследие. Хранение. Исследования. Реставрация. № 28-29 (58-59), С. 97-106.

REFERENCES

1. JOHANN NEPOMUK VON FUKS. FUKS - ENCYCLOPEDIA [website]. Available at: http://fuchs-a.narod.ru/index/iogann_nepomuk_fon_fuks/0-134 (accessed 15 September 2018). (in Russian)
2. Kaulbach, Wilhelm von / Wikipedia entry - the free encyclopedia [site]. Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Kaulbach_Wilhelm_phone (accessed 15 September 2018). (in Russian)
3. New Pinakothek / Wikipedia, the free encyclopedia. Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/New_cynoteca (accessed 15 September 2018). (in Russian)
4. Encyclopedic Dictionary of FA Brockhaus and IA Efron. Available at: <http://www.vehi.net/brokgauz/> (accessed 15 September 2018). (in Russian)
5. Johann Wolfgang Goethe. Collected works in ten volumes. Volume three. From my life. Poetry and truth / RoyalLib. com electronic library. Available at: http://royallib.com/read/gete_iogann/sobranie_sochineniy_v_desyati_tomah_tom_tretiy_iz_moey_gizni_poeziya_i_pravda.html#1187840 (accessed 15 September 2018). (in Russian)
6. Pliny the Elder. "Natural science. About art. Moscow, Ladomir Publ., 1994. (in Russian)
7. Figovsky O.L., Kudryavtsev P.G. "Liquid glass and aqueous solutions of silicates, as a promising basis for technological processes of obtaining new composite materials." Available at: http://figovsky.iri-as.org/stat/01_04_liqglass.pdf (accessed 15 September 2018). (in Russian)
8. Ailer R. Chemistry of silica. Solubility, polymerization, colloidal and surface properties, biochemistry. Moscow, Mir Publ., 1982, 416 p. (P. 157, 224). (in Russian)
9. Hardening of liquid glass with calcium and other bivalent metals / MSD.com.ua. Available at: <http://msd.com.ua/rastvorimoe-i-zhidkoe-steklo/otverzhdenie-zhidkogo-stekla-soedineniyami-kalciya-i-drugix-dvuxvalentnykh-metallov/> (accessed 15 September 2018). (in Russian)
10. Self-hardening compositions based on liquid glass / kraska.biz. Available at: <http://kraska.biz/zhidkie-samotverdeyushhie-smesi/samotverdeyushhie-kompozicii-na-osnove-zhidkogo-stekla/> (accessed 15 September 2018). (in Russian)
11. Johann Nepomuk von Fuchs. Bereitung, Eigenschaften und Nutzenanwendung des Wasserglases mit Einschluss der Stereochromie. Literarisch artistische Anstalt. P. 69. Available at: <https://play.google.com/books/reader?id=vaZQA>

- AAAcAAJ&printsec=frontcover&output=reader&hl=en&pg=GBS.PA40 (accessed 15 September 2018). (in Russian)
11. N. Bobkova. Physical chemistry of silicates and refractory compounds. Mn.: Higher. school., 1984. 256 p. (P.101).
 12. Directory of the architect. Painting technique, V. 12, Moscow, 1946. p. 135. (in Russian)
 13. Crystals. Available at: http://chemistry-chemists.com/Video1/Potassium_ferricyanide.html (accessed 15 September 2018). (in Russian)
 14. Kiplik D.I. Painting technique. Moscow, SVAROG and K Publ., 1998. P. 479. (in Russian)
 15. Outline the essence of work on the fluctuation of stone by organosilicon compounds. Available at: <http://gigabaza.ru/doc/76961.html> (accessed 15 September 2018). (in Russian)
 16. Mendeleev D.I. Fundamentals of Chemistry Vol 2. P 120 Available at: <http://www.ngpedia.ru/pg3071349bYzmMfd0006644114/>. (accessed 15 September 2018). (in Russian)
 17. Evstrop'ev K.S. Silicon chemistry and physical chemistry of silicates. P. 220 Available at: <http://www.ngpedia.ru/pg5335322EmpE5nE0007131898/> (accessed 15 September 2018). (in Russian)
 18. Excerpt from the book Evstropiev KS Silicon chemistry and physical chemistry of silicates. Available at: <http://www.ngpedia.ru/pg5335322EmpE5nE0007131898/> (accessed 15 September 2018). (in Russian)
 19. From a letter, A.A. Turyginu. Munich, June 18, 1898. Available at: <http://art-nesterov.ru/letters90.php> (accessed 15 September 2018). (in Russian)
 20. Art calendar "One Hundred Memorable Dates", 1974, Moscow, Soviet artist Publ., 1973. (in Russian)
 21. Etudes to the frescoes for New Pinakothek. Battle with a wig era chimera. Available at: <http://www.art-drawing.ru/gallery/1193-kaulbach-wilhelm-von/detail/9728-kaulbach-wilhelm-von1> (accessed 15 September 2018). (in Russian)
 22. About experienced. 1862–1917 Memories. Available at: http://samlib.ru/t/teglulx_m/pers42.shtml. (accessed 15 September 2018). (in Russian)
 23. Restoration of wall oil painting. Moscow, 1995. (in Russian)
 24. Techniques and technologies in sacred art. Christian world. From antiquity to modernity (p. 7.). Available at: https://bookz.ru/authors/kollektiv-avtorov/tehniki_129/page-7-tehniki_129.html (accessed 15 September 2018). (in Russian)
 25. Suslova A.V. Some data on the characteristics of the activities of the academician of architecture V.V. Suslova in the field of restoration and protection of Novgorod monuments (1891-1900). Available at: <http://www.russiacity.ru/hbooks/h023.htm> (accessed 15 September 2018). (in Russian)
 26. Komarov A. Technology of murals. Moscow, Fine Arts Publ., 1989, p. 126. (in Russian)
 27. Artistic heritage. Storage. Research. Restoration. No. 28-29 (58-59), pp. 97-106. (in Russian)

Информация об авторах

Кукс Юрий Михайлович

(Россия, Москва)

Профессор кафедры технико-технологических исследований живописи. Технолог-реставратор высшей категории.

Российская академия живописи, ваяния и зодчества Ильи Глазунова

E-mail: kuks2010@yandex.ru

Лукьянова Татьяна Анатольевна

(Россия, Москва)

Декан факультета реставрации.

Технолог-реставратор первой категории.

Российская академия

живописи, ваяния и зодчества

E-mail: kuks2010@yandex.ru

Information about the authors

Iurii M. Kuks

(Russia, Moscow)

Professor of the Department of Technological Studies of Painting. Technologist-restorer of the highest category Russian Academy of Painting, Sculpture and Architecture of Ilya Glazunov

E-mail: kuks2010@yandex.ru

Tatyana A. Lukyanova

(Moscow, Russia)

Dean of the Faculty of Restoration.

Technologist-restorer of the first category.

Russian Academy of Painting, Sculpture and Architecture by Ilya Glazunov.

E-mail: kuks2010@yandex.ru

Ссылка для цитирования^{ГОСТ}

Кукс Ю. М., Лукьянова Т. А. Историко-педагогические очерки по технике и технологии силикатной живописи. Часть I. // Перспективы науки и образования. 2018. № 5 (35). С. 193-206. doi: 10.32744/pse.2018.5.22

For Reference^{APA}

Kuks, Yu. M., & Lukyanova, T. A. (2018). Historical and pedagogical essays on the technique and technology of silicate painting. Part I. *Perspektivy nauki i obrazovania – Perspectives of Science and Education*, 35 (5), 193-206. doi: 10.32744/pse.2018.5.22. (In Russ., abstr. in Engl.)