

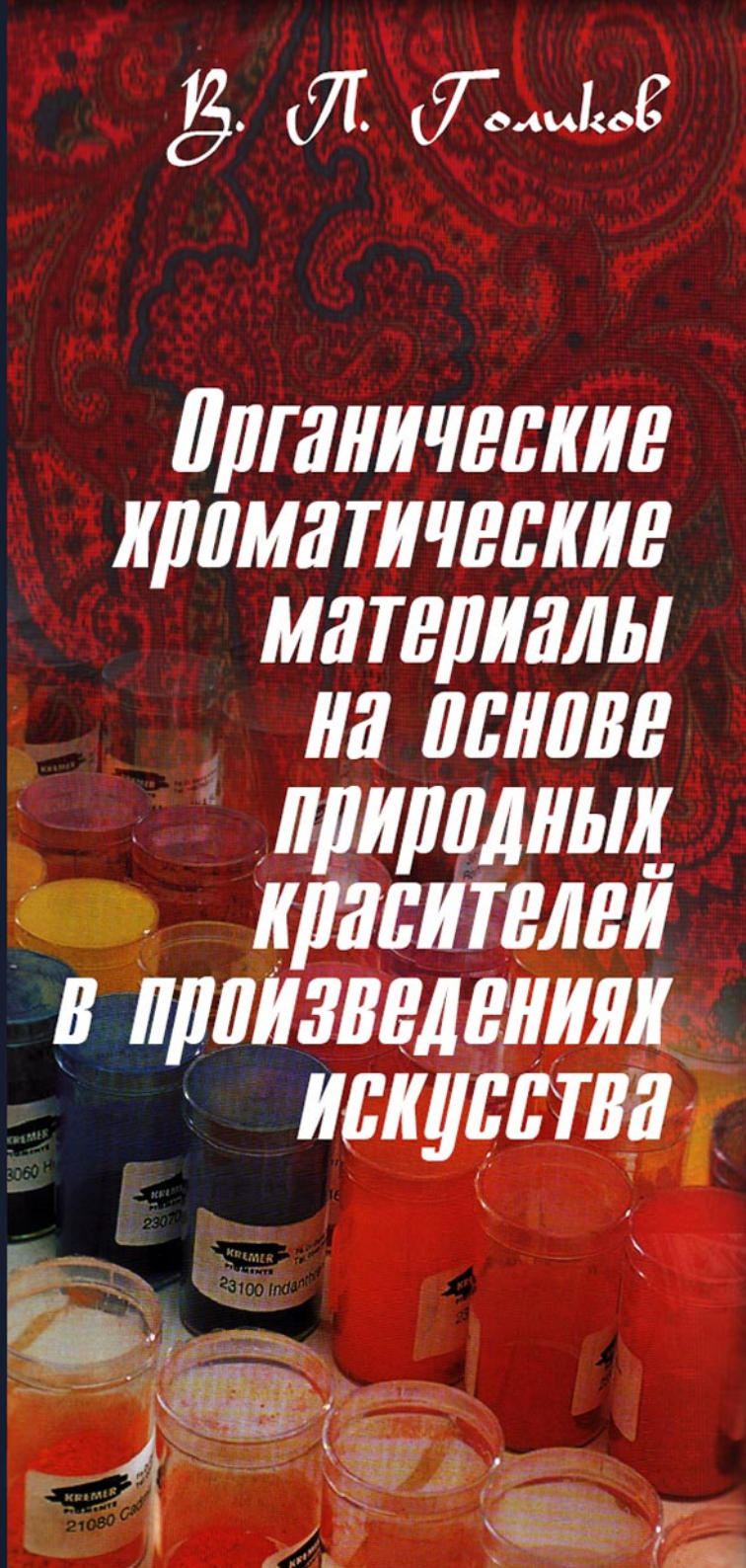


ИНСТИТУТ  
НАСЛЕДИЯ

*В. Л. Толков*

***Органические  
хроматические  
материалы  
на основе  
природных  
красителей  
в произведениях  
искусства***

МОСКВА  
2020



УДК 547+930.85

ББК 24.23

Г60

*Научный редактор:* Е. В. Карпова, с.н.с. Группы оптической спектроскопии Центра спектральных исследований Новосибирского института органической химии им. Н. Н. Ворожцова СО РАН, к.х.н.

*Рецензент:* О. Б. Лантратова, заместитель заведующего Отделом реставрации фондов Исторического музея, к.х.н.

Работу к публикации подготовила О. В. Орфинская, с.н.с. Российского научно-исследовательского института культурного и природного наследия им. Д. С. Лихачёва, к.и.н.

*Издается по решению ученого совета  
Российского научно-исследовательского института культурного  
и природного наследия имени Д. С. Лихачёва*

**Голиков В. П.**

Г60      Органические хроматические материалы на основе природных красителей в произведениях искусства: природа, технологии приготовления и применения, методы исследования. — М. : Институт Наследия, 2020. — 296 с. — DOI 10.34685НИ.2020.53.52.020. — ISBN 978-5-86443-326-3.

Работа посвящена органическим веществам природного и синтетического происхождения, использовавшимся (и используемым в настоящее время) для окрашивания предметов быта, культуры и искусства. Многие приведенные в данной работе материалы не освещены в русскоязычной литературе и будут интересны широкому кругу читателям.

© Российский научно-исследовательский институт культурного и природного наследия имени Д. С. Лихачёва, 2020  
ISBN 978-5-86443-326-3

---

## Содержание

В. П. Голиков .....	5
Вступительное слово научного редактора .....	8
Предисловие автора .....	10
Введение .....	12
<i>Раздел 1. Некоторые представления об особенностях культуры, важные для понимания роли и места хроматических материалов .....</i>	
Природа и культура .....	19
Культура и технологии .....	21
Место технологий в культуре .....	22
Влияние технологий на духовную культуру .....	24
Специфика материальной культуры .....	26
Технологии и материальная культура .....	28
Технологические аспекты формирования различных функций материальных объектов .....	29
<i>Раздел 2. Основные природные хроматические материалы .....</i>	
Минеральные хроматические материалы .....	31
Органические хроматические материалы .....	32
<i>Раздел 3. Природные органические красители — основа исторических хроматических материалов (до середины XIX века) .....</i>	
Критерии химической классификации .....	39
Фенольные соединения — химическая основа большинства природных красителей .....	40
Основные химические классы наиболее важных природных красителей .....	41
<i>Раздел 4. Детальная химическая классификация природных красителей растительного и животного происхождения .....</i>	
Класс каротиноидов (полиметиновых красителей) .....	42
Класс фенольных красителей (депсидов и депсидонов) ...	44
Класс бензохиноновых красителей .....	52
Класс нафтохиноновых красителей .....	54
Класс антрахиноновых красителей .....	55

Класс флавоноидных красителей .....	63
Танины (дубильные вещества) .....	75
Индигоиды .....	90
Красители-алкалоиды .....	90
Другие природные красители из разных химических классов .....	91
 <i>Раздел 5. Обзор основных свойств «исторических» природных органических красителей, источников органических хроматических материалов ...</i>	
Предшественники красителей, которые реально присутствуют в природном красильном сырье .....	94
Оптические свойства природных красителей .....	97
Основные закономерности спектральных и цветовых характеристики природных красителей .....	98
Визуальная оценка цветовых характеристик .....	103
 <i>Раздел 6. Классификации природных красителей в соответствии с набором функциональных групп в их молекулах .....</i>	
Технологическая классификация природных красителей .....	108
Растворимость природных красителей .....	116
 <i>Раздел 7. Специфические особенности природных красителей, отличающие их от синтетических красителей .....</i>	
	124
 <i>Раздел 8. Классификации сырьевых источников природных красителей растительного и животного происхождения .....</i>	
	136
 <i>Раздел 9. Синтетические органические хроматические материалы второй половины XIX–XX вв. и их применение для исследования памятников искусства этого периода ...</i>	
	151
 <i>Раздел 10. Исследование органических хроматических материалов в произведениях искусства .....</i>	
	201
Заключение автора .....	272
Формульный указатель .....	274
Литература .....	284
Список сокращений .....	295

---

## Раздел 1

### Некоторые представления об особенностях культуры, важные для понимания роли и места хроматических материалов

Чтобы максимально корректно и эффективно понять функции, состав и технологические особенности органических хроматических материалов, а также их роль и значение в культуре, целесообразно рассмотреть некоторые особенности формирования культуры в целом и материальной культуры в частности.

#### Природа и культура

В мире существует множество биологических видов, и даже в истории формирования современного человека палеонтологи насчитывают несколько десятков промежуточных вариантов человекоподобных существ. Что же позволило современному человеку выделиться из мира других биологических видов, стать к настоящему времени господствующим видом на земном шаре и даже превратиться в грозу для жизни на Земле? Существует множество точек зрения на происхождение человека как особого биологического вида и причин его господства в современном мире.

Независимо от того, как человек на самом деле выделился в особый биологический вид, можно без преувеличения утверждать, что его жизнь на самых ранних этапах человеческого развития протекала исключительно в природной, естественной среде, где ему предстояло не просто выжить, но и добиться положения господствующего вида.

Рассмотрим эту ситуацию с точки зрения теории информации.

- Жизнь только в естественной среде вынуждала человека сталкиваться с огромным количеством природных факторов, а каждый фактор, в свою очередь, мог иметь множество различных значений, причем некоторые из них могли влиять на физическое выживание человека и даже приводить к летальному исходу. Таким образом, человек изначально оказался в огромном информационном океане, в котором ему предстояло как минимум выжить.

- С точки зрения теории информации поражает **колоссальное несоответствие**, с одной стороны, огромного массива значений

множества природных факторов, а с другой — возможностей человека **воспринимать, понимать** значения этих природных факторов **и манипулировать** ими в своих интересах. Это несоответствие было особенно значительно на начальном пути человеческой цивилизации.

• Однако ретроспективный взгляд на самые ранние этапы развития человека и человечества показывает, что человек успешно решил эту сложнейшую задачу и научился **воспринимать, понимать и манипулировать** значениями этих природных факторов. Человек научился **сначала обеспечивать** свое **физическое выживание** во враждебной природной среде, а затем **увеличивать степень комфорта своих жизненных условий** в этой среде.

Какой же выход нашли отдельные человеческие индивидуумы и вся популяция человеческих существ для запуска процесса выживания и последующего процветания в такой «информационной бездне»? С точки зрения автора, основным механизмом этого процесса стала способность человека и человечества создавать виртуальные модели природной реальности. Постепенно человек создал совокупности виртуальных моделей, относящихся к различным аспектам природной среды и своей жизни в ней, и использовал их как эффективный способ выживания, а также для успешного развития человеческой цивилизации.

Для них были характерны следующие свойства:

1. **Совокупность** факторов и их значений, характеризующих **виртуальные модели и представления**, естественно, **была меньше**, чем **в реальной природной среде** с ее огромным многообразием. Однако в виртуальной модели **совокупность факторов и их значений** была все же **больше**, чем **способности одного человека увидеть, понять и манипулировать** факторами природной среды, особенно влияющих на выживание человека.

2. Первоначально **виртуальные модели оперировали только чисто природными факторами**. Например, такой специфический вид виртуальной реальности, как **материальная культура**, создавался **только на базе природных материалов**.

3. Однако по мере социализации человека и формирования человечества возникали комплексы **подобных виртуальных моделей**. Они возникали также и **в различных сферах человеческого существования**, в том числе и в таких, которые уже не имели прямых аналогов в природе. Например, уже на ранних этапах возникла потребность создать религиозную виртуальную реальность на основе моделей и представлений о **мире духов**. С помощью этой ран-



ней религиозной модели мира на ранних этапах человечества люди довольно успешно объясняли многие явления в окружающей их природе.

4. С точки зрения автора, **наборы виртуальных моделей**, возникших как для существования в **природных условиях**, так и в **«надприродных», социальных условиях, образovali культурную среду, «культуру»**.

5. **Дальнейшая эволюция** человека и человечества шла по пути **усложнения виртуальных моделей в рамках культурной среды** и постепенной **замены природной среды на культурную среду**.

## Культура и технологии

Человеческая жизнь все больше и больше протекает **не в природной**, а почти полностью **в искусственной материальной среде**. Такая среда, **называемая материальной культурой**, начала создаваться уже в глубокой древности. Инструментом для трансформации природных материалов в объекты материальной культуры были специфические процессы **под собирательным названием «технологии»**. В течение тысячелетий безвестные мастера **создали и усовершенствовали десятки технологий**, благодаря которым человек **сначала обеспечил выживание в природной среде**, а затем стал все больше и больше повышать степень комфорта условий жизни и со временем обеспечил свое господство над другими биологическими видами земного шара. Автор не может дать моральную и социальную оценку этого явления, но лишь констатирует тот факт, что таков вектор развития человечества.

Мы называем **«историческими»** такие **ручные** или **мануфактурные технологии**, которые в **«доиндустриальный»** период были основой многих производств и применялись для создания материальных объектов. Однако после промышленной революции конца XVIII–XIX веков многие ручные и мануфактурные технологии практически **полностью исчезли как основа реально функционирующих производств**, поскольку промышленная революция сделала **ненужными многие ручные производственные процессы**.

**«Традиционные»** технологии фактически являются **«теньями» исчезнувших «исторических» технологий**, сумевших адаптироваться к условиям промышленной революции. В производствах, основанных на «традиционных» технологиях, начальные этапы могут быть основаны на промышленных технологиях, однако

по крайней мере последние производственные этапы являются **реликтами некогда полноценных технологических процессов**. Эти реликтовые процессы применяются на последних этапах «традиционных технологий», когда материальному объекту придаются **семантические функции**, должны быть **обязательно ручными**, как и в соответствующих **«исторических» технологиях**.

Роль «исторических» и «традиционных» технологий в формировании человеческой культуры и цивилизации очевидна. Также очевидно и отношение к этим технологиям как к равноправному объекту культурного наследия.

Автор руководствовался **несколькими ключевыми идеями**:

- **Технологии** — это важнейшее связующее звено, объединяющее **культурные и природные** аспекты человеческой культуры и цивилизации. Поэтому их изучение особенно важно именно в **Институте культурного и природного наследия**.
- **Технологии** — один из компонентов **текущей культуры и культурного наследия**. Поэтому технологии достойны детального исследования **как составная часть культурного наследия**, а также усилий **по их сохранению**.
- **Взаимодействие технологий с другими компонентами культуры может породить стимулы для культурогенеза и в какой-то степени формировать текущую культуру и культурное наследие**.

Понятие «**культура**» не всегда легко отделить от понятия «**цивилизация**». Существует множество определений «**культуры**» и «**цивилизации**», которые часто взаимно исключают друг друга. Поэтому автор берет на вооружение сравнительно простое и прагматичное определение понятия «**культура**», заранее соглашаясь на упреки в неточности, неполноте и его сходстве с понятием «**цивилизация**». По мнению автора, «**культура**» — это очень сложный комплекс виртуальных моделей: моральных, этических, эстетических, религиозных, философских, научных и др., на основе которых происходит его духовная жизнь и с помощью которых человечество осуществляет практическую деятельность.

## Место технологий в культуре

Чтобы корректно и плодотворно понять роль технологий в **текущей (живой) культуре и культурном наследии, целесообразно принять несколько принципиальных допущений**, касающихся культуры в целом.



### Первое допущение

**Оно** основано на структуралистском анализе культуры и состоит в том, что «культуру» можно разделить на **три основных структурных блока**. Процедура такого структурного разделения **достаточно корректна**, так как, несмотря на естественное единство этих блоков в целостной культуре, каждый из них все же характеризуется **особыми носителями и выражает себя на специфических языках**.

1-й структурный блок — это идеи и представления, «виртуальные» модели жизни в целом и ее отдельных аспектов (философские, религиозные, этические, эстетические, политические и др.), образующие в совокупности духовную культуру.

2-й структурный блок — это созданные человеком «искусственные» материальные объекты, образующие в совокупности материальную культуру. В настоящее время «искусственные» материальные объекты в значительной мере сформировали реальную повседневную материальную среду для индивидуальной, групповой и социальной жизни людей (дома, одежда, предметы обихода, машины и т. д.).

3-й структурный блок — это производственные процессы, алгоритмы, в древности часто выражаемые в форме обрядов и ритуалов. Они используются для создания различных материальных объектов. Эти процессы для каждого этапа развития человеческого сообщества в целом и/или для отдельных обществ можно в совокупности назвать «технологиями», понимая этот термин в широком смысле этого слова. «Технологии» в узком смысле применяются для создания конкретных групп материальных объектов. Именно в этих смыслах понятия «технология» и «технологии» будут употребляться в данной работе в двух вышеназванных смыслах.

### Второе допущение

Оно состоит в том, что три вышеназванных блока в рамках единой культуры образуют «последовательную цепочку блоков, формирующих культуру в целом»:

**ИДЕИ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ⇔ ТЕХНОЛОГИИ ⇔ МАТЕРИАЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ**

### Третье допущение

Оно состоит в том, что данная «цепочка» **может «функционировать» как в прямом, так и в обратном «направлениях»**. Из приведенной схемы видно, что **технологический блок** является

**необходимым промежуточным звеном** этой «цепочки». Очевидно, что от технологий в значительной степени зависит как процесс формирования материальной культуры, так и его результаты. Хотя это и менее очевидно, но можно утверждать, что технологии могут влиять и на духовную культуру и тем самым стимулировать культурогенез в целом. Кроме того, технологии определяют также направления и динамику культурогенеза в целом, а также и других его компонентов в частности.

Как известно, основные эпохи становления и развития человечества названы по **освоенным человеком технологиям обработки различных материалов** (каменный, бронзовый, железный век и т. д.). **Наличие или отсутствие данной технологии** в любом сообществе (и особенно в «архаическом») является либо **стимулирующим**, либо **лимитирующим** фактором культурогенеза.

### **Влияние технологий на духовную культуру**

Влияние технологий на духовную культуру не так заметно и очевидно, как их влияние на материальную культуру. Все же такое влияние на идеи, представления и «виртуальные» модели жизни (компоненты духовной культуры) вполне возможно, оно обусловлено **«обратным» функционированием изображенной выше «цепочки»** — от материальной к духовной культуре **через промежуточное звено — технологии**. По мнению автора, такое влияние технологий может осуществляться различными способами.

**Один из возможных способов влияния** — это отбор идей и представлений духовной культуры **по их прагматической значимости**. Только те идеи и представления, на основе которых возникают соответствующие технологии, способные воплотить эти идеи и представления в материальные объекты, **будут играть достаточно значимую роль в духовной культуре** (в прагматическом смысле этого слова), особенно в повседневной жизни. Те аспекты духовной культуры, которые не создают «технологий», по крайней мере в широком смысле этого слова, хотя и не обязательно исчезают из культурного континуума, но постепенно вытесняются на культурную периферию или становятся маргинальными.

**Другой возможный способ влияния** состоит в том, что технологии «поставляют» духовной культуре модели для познания окружающей действительности. Широко известным примером является далеко идущая аналогия между первыми религиозными концеп-

циями создания человека из *глины* (например, Гильгамеша или Адама) и *особенностями керамического производства*.

**Третий возможный способ влияния** — это изменение человеческого мышления в процессе создания сложных технологий. По мнению автора, **особенно важную роль** в этом процессе сыграли **«магические» (химические) технологии**. Многочисленные исследования племен, находящихся на самых ранних этапах цивилизации, показали, что в этот период господствовало «магическое» мышление, которое во многом отличается от привычного нам «рационального» мышления, прежде всего необходимостью привлекать огромное количество «духов», сложным и непостижимым образом ответственных за все видимые события в человеческой жизни.

Почему же технологии, и в первую очередь древние «магические» (химические) технологии, могли так существенно трансформировать человеческое мышление? С точки зрения древнего человека, в «магических» технологиях природа **исходных** и **конечных продуктов** была абсолютно разной. Для них была непонятна рациональная связь этих продуктов друг с другом. Поэтому превращение исходных продуктов в конечные продукты воспринималось как **«волшебство»**, как **«магия»**.

Однако именно в этих **«магических» технологиях** мастеру было трудно предвидеть результаты своей работы на основе мышления старого типа **с использованием «духов»**. Для работы по «магическим» технологиям требовалась максимальная «предсказательная» сила для «запрограммированного» производства. Представьте, что мастеру нужно за определенное время произвести нужное количество предметов заданного качества, связанных со сложными превращениями исходных продуктов в конечные. Сделать это в рамках чисто «магического» мышления на основе взаимодействия предметов и их покровителей-духов крайне затруднительно. Поэтому наличие таких технологических проблем и особенно химических проблем, связанных с процессом превращения материалов, **должно стимулировать принципиально другой тип мышления**.

Неудивительно, что на определенной стадии цивилизации и возникло **«естественное», рациональное мышление**, позволяющее более эффективно решать технологические проблемы возникших еще в глубокой древности **магических (химических) технологий**, чем это делало **более раннее «магическое» мышление**, обязательно использующее помощь «духов».

Следующим этапом совершенствования рационального мышления стало **научное мышление**.

Постепенно эти эволюционно более новые типы мышления в какой-то степени вытеснили из человеческого сознания более архаичное «магическое» мышление. Перефразируя известную фразу Ф. Энгельса, можно сказать, что не просто «труд создал человека», а освоение, усовершенствование и постоянное практическое использование сложных «магических» (химических) технологий трансформировало мышление человека. Человеку пришлось ***«рационализировать» огромный пласт материальной и духовной культуры, связанный магическими (химическими) технологиями, играющими огромную роль в жизни древних сообществ.*** Естественно, что такая трансформация существенно повлияла на духовную культуру.

### Специфика материальной культуры

Очевидно, что технологии существенно влияют на материальную культуру. Не менее очевидно, что через технологии и духовная культура влияет на материальную культуру.

Чтобы понять, как на практике осуществляется такое влияние, ***постулируется четвертое допущение***, принятое в данной работе — каждый материальный предмет имеет ***три различные, но тесно связанные функции***:

- 1) ***утилитарную функцию***, которая обеспечивает материальные потребности человека в конкретной области применения данного предмета;
- 2) ***стабилизационную функцию***, которая ***обеспечивает физическое существование предмета в конкретных физико-химических условиях*** реализации его утилитарных и семиотических функций;
- 3) ***семиотическую (семантическую, символическую, информационную) функцию***, которая обеспечивает ***значимость данного предмета как объекта культуры в данном сообществе.***

### Роль семиотических функций материальной культуры

Роль утилитарных и стабилизационных функций материальных объектов более или менее очевидна. Однако роль семиотических функций материальных объектов требует пояснений. В рамках

единой культуры с помощью **семиотических функций** материальных объектов в практической жизни сообщества решаются **следующие основные задачи:**

- с одной стороны, семиотические функции материальных объектов **визуализируют, материализуют** и даже с необходимостью **«профанизируют»** «незримые» и неочевидные для многих людей абстрактные «виртуальные» модели, идеи и представления духовной культуры и делают их понятными и доступными даже самым простым людям. **Совокупность семиотических функций материальных объектов** в архаическом сообществе была фактически **гигантским «полиэкраном»**, на который в «визуализированной» форме проецировались абстрактные представления духовной культуры данного сообщества;
- с другой стороны, семиотические функции, наоборот, **«виртуализуют» материальные объекты** и тем самым делают **«виртуальную проекцию»** материальных объектов **близкой «виртуальной» природе положений духовной культуры;**
- благодаря эффективному использованию семиотических функций материальных объектов и успешному решению **двух вышеназванных задач** возникает **эквивалентность объектов духовной и материальной культур** и тем самым обеспечивается их **единство в рамках целостной культуры;**
- духовная культура и семиотические функции материальных объектов тесно взаимосвязаны между собой. Благодаря этой связи и возможна **реконструкция каких-то аспектов духовной культуры** исчезнувших сообществ, найденных при археологических раскопках, **по семиотическим функциям материальных объектов.**

**Семиотические функции** материальных объектов решают и другие, важные для любого общества задачи:

- визуализируют социальные, конфессиональные, половозрастные, профессиональные и другие «ячейки» общества;
- визуализируют границы между сообществами;
- визуализируют «персональность» индивидов.

**Совокупность объектов материальной культуры по соотношению их семиотических и утилитарных функций можно условно разделить на две основные группы:**

- в одной из них **резко преобладают утилитарные функции**, а семиотические функции выражены слабо. Материальные объекты этой группы можно отнести к **предметам повседневной жизни;**

- в другой, наоборот, **резко преобладают семиотические функции**, а утилитарные функции сводятся к поддержанию физического существования этих объектов. К таким объектам относится **особая группа материальных объектов**, которые в архаических сообществах играют роль **специальных носителей семиотических символических информационных функций**. К этой группе относятся живопись, деньги, знамена, знаки конфессиональных, половозрастных и профессиональных отличий и т. д. Набор таких предметов, носителей информации выделился уже на ранних этапах формирования материальной культуры архаических сообществ и сыграл важную роль в их эволюции.

## Технологии и материальная культура

**Таким образом, в каждом материальном объекте остаются «следы» других «блоков культуры»:**

- идеи, представления и «виртуальные» модели духовной культуры (эстетические, этические, религиозные, философские и др.);
- технологические приемы создания памятника и «технологической» культуры сообщества.

Следовательно, любой материальный памятник культуры является, помимо всего прочего, памятником идей и представлений, а также и «технологической» культуры. Поэтому, по крайней мере в принципе, исследование материальных объектов дает возможность реконструировать как технологии его создания, так и вышеописанную «цепочку»:

**«Идеи — технологии — материальные объекты».**

Автор попытался реализовать эту возможность на практике:

- **с одной стороны**, такие реконструкции позволяют значительно более объективно, надежно и полно реконструировать процессы культурогенеза даже в давно исчезнувших исторических сообществах;
- **с другой стороны**, без технологических знаний невозможно решить проблемы других компонентов культурного наследия, особенно для материальных памятников искусства. Такие проблемы культурного наследия, как атрибуция, экспертиза, реставрация и хранение памятников искусства, должны быть основаны на достоверных и объективных научных знаниях об авторских исторических технологиях;



- кроме того, эти реконструкции позволяют использовать исторические технологии в качестве основы для современных «живых» производств, а это наилучший способ сохранения технологий и «технологической» культуры в качестве компонентов культурного наследия.

## **Технологические аспекты формирования различных функций материальных объектов**

Очень интересно влияние технологий на различные материальные объекты, которые, *во-первых*, формируют все три функции в реальных материальных объектах, а *во-вторых*, обеспечивают единство всех трех функций в пределах одного целостного материального объекта.

Влияние технологий на утилитарные и стабилизационные функции материальных предметов очевидно. Однако не так просто, но очень интересно понять влияние технологий на семиотические функции материальных объектов, которые, как показано выше, обеспечивают связь духовной и материальной культур в рамках единой культуры.

В соответствии с законами физиологии и психологии зрительного восприятия человека, *в формировании семиотических (знаковых, информационных, символических) функций* материальных объектов чрезвычайно важны размеры и форма материальных объектов. Однако эти факторы часто предопределяются не только семиотическими функциями объектов, но также и их утилитарными и стабилизационными функциями. Поэтому при формировании семиотических функций материальных объектов огромную роль играют *декоративные характеристики* их поверхности, часто прямо не связанные с утилитарными и стабилизационными функциями.

*Наиболее важную зрительную информацию несут следующие шесть основных декоративных характеристик поверхности материальных объектов:*

### **цветовые:**

- 1) *цвет и оттенок цвета;*
- 2) *яркость или интенсивность цвета;*
- 3) *чистота или насыщенность цвета;*

### **нецветовые:**

- 1) *фактура поверхности;*

- 2) *степень прозрачности;*
- 3) *оптическая однородность.*

В технологической практике **формирование семиотических функций** материального объекта означает **создание в каждой точке его поверхности определенной фиксированной комбинации значений всех вышеназванных декоративных характеристик**. Распределение декоративных характеристик на всей поверхности материального объекта является **практическим технологическим инструментом мастера для воплощения его художественного («семиотического») замысла**.

### **Роль цветовых характеристик в формировании семиотических функций**

Особенно эффективны в формировании **семиотических функций** материальных объектов три вышеназванные **цветовые характеристики**. Это обусловлено **огромной ролью цветного зрения** в качестве **основного канала связи человеческого сознания с внешним миром**.

Уже в глубокой древности были изобретены методы **хромогенации**, т. е. придания неокрашенным предметам цветовых характеристик с помощью **окрашенных (хроматических) материалов (хромогенов или хромофоров\*)**. Эти методы сыграли чрезвычайно важную роль в формировании семиотики материальной культуры (включая живопись и произведения прикладного искусства).

**Цветовое многообразие** и связанное с ним **семиотическое богатство** материальной культуры предопределяется **многообразием хромофоров и технологий хромогенации**. Потому при **создании и усовершенствовании** каждого нового класса хроматических материалов или любого нового метода хромогенации **существенно увеличивались семиотические возможности** при формировании любого материального объекта и прежде всего произведений искусства, что обогащало также и культуру в целом.

---

\* По ныне существующему определению термин «хромоген» применяется в химии к бесцветному (или слабоокрашенному) химическому соединению, которое может быть преобразовано химической реакцией в соединение, которое может быть описано как «окрашенное». Хромофор — это функциональная группа молекулы вещества, отвечающая за его цвет. В данной работе автор трактует эти термины как «вещества, способные окрашивать». (Прим. ред.)

---

## Раздел 2

### Основные природные хроматические материалы

Пока химическая наука не научилась создавать синтетические хромогены, человек мог использовать только *природные хроматические материалы*.

#### Минеральные хроматические материалы

Очевидно, что в первую очередь человек применил природные *минеральные пигменты*, которые были наиболее доступными, распространенными и простыми хромогенами для практического использования в материальных объектах. Они применялись как в чистом виде, без органических связующих (в пещерных росписях), так и в виде красок, т. е. суспензий пигментов в растворах органических связующих (в живописи). Краски могут окрашивать поверхность произведений искусства за счет того, что после испарения растворителей (или полимеризации органических связующих) они образуют на поверхности прочные красочные слои.

*Однако применение природных минеральных пигментов в качестве единственных красящих веществ и покраски в качестве единственной технологии хромогенации имело существенные ограничения:*

- цветовой набор минеральных пигментов был весьма ограничен;
- с помощью минеральных пигментов в принципе было невозможно окрасить объем многих материалов — например, текстильных волокон;
- большинство минеральных пигментов имеет высокие показатели преломления («рефрактивные индексы»). Поэтому на их основе практически невозможно приготовить цветные прозрачные лаки, необходимые для лессировок в живописи и для других прозрачных декоративных покрытий;
- хромогенация с помощью красок, содержащих лишь минеральные пигменты, в принципе не позволяет получить некоторые важные комбинации декоративных характеристик: прозрачные, глянцевые, оптически однородные поверхности с яркими, чистыми оттенками (в красочных слоях живописи и других произведений искусства).

## Органические хроматические материалы

Человек был вынужден использовать в качестве *естественной альтернативы минеральным пигментам* природные красители растительного и животного происхождения. Уже в глубокой древности человек привлек органические хроматические материалы к формированию семиотических функций многих объектов материальной культуры с помощью процессов хромогенации и тем самым смог существенно увеличить возможности цветовой сигнификации объектов материальной культуры. В данной монографии будут рассмотрены основные органические хроматические материалы и технологические аспекты хромогенации материальных объектов, включая памятники искусства и культуры, с помощью именно этих хромогенов.

### Основные виды органических хроматических материалов

Во многих специализированных разделах данной работы подробно рассмотрены классификации наиболее важных органических хроматических материалов, применяемых в произведениях искусства. В этом разделе дан краткий, но максимально общий обзор основных классификаций органических хроматических материалов. Автору кажется целесообразным предварить таким кратким обзором классификаций их более полное описание, чтобы читатель мог заранее сориентироваться в многообразии природных органических красителей и их практическом использовании.

В настоящее время не существует простой и единой классификации органических хроматических материалов. Этот факт связан с тем, что их создание и применение — это цепочка из многих технологических процессов. Поэтому для максимально полной и корректной характеристики органических хроматических материалов рассматриваются различные классификации, которые охватывают наиболее важные технологические аспекты их создания.

*Как показано выше, для формирования максимально многообразных декоративных характеристик материальных объектов мастер должен иметь максимально полный и многообразный набор хроматических материалов (хромогенов, хромофоров). Поэтому уже в глубокой древности люди вынуждены были в качестве естественной альтернативы минераль-*

ным хроматическим материалам **применять** органические окрашенные вещества.

Однако чтобы реализовать огромные потенциальные возможности природных красителей в качестве хромогенов, наши предки должны были решить несколько принципиально важных технологических проблем:

- создать и усовершенствовать сложный комплекс физико-химических методов **приготовления красителей**, пригодных для практического применения в различных материальных объектах, в том числе и в произведениях искусства;
- найти способы **связывать красители с функциональными группами различных неокрашенных материалов**;
- предохранять красящие вещества от деструкции во время их бытования в качестве компонентов материальных объектов в реальных условиях внешней среды.

Эти проблемы формирования эффективных органических хромогенов были решены на основе **гениальной химической идеи — комплексных соединений красителей**. В них природные органические красители образовывали прочные, интенсивно окрашенные комплексы в объеме и/или на поверхности окрашиваемых материалов. Эти комплексы формировались **за счет координационных связей** функциональных групп окрашиваемых материалов, а также функциональных групп красителей, катионов металлов и некоторых дополнительных агентов.

**Наиболее** общим ключевым классификационным признаком любого органического хромогена на основе природных красителей является тип лиганда комплексного соединения, который предопределяет физико-химические свойства, цветовые характеристики, а также область применения органических хроматических материалов в соответствующих типах произведений искусства.

Необходимо отметить, что некоторые природные хроматические материалы представлены не только комплексными соединениями, но имеют и другую природу. В данной работе рассматриваются только органические хроматические материалы на основе красителей растительного и животного происхождения, искусственно созданные человеком. Дана самая общая классификация, где красящие вещества на основе природных красителей являются только одним из типов. Автору представляется, что это даст более корректное представление о роли различных органических хроматических материалов в процессах хромогенации.

**Тип 1. Органические хроматические материалы на основе природных органических красителей растительного и животного происхождения.**

*Для них характерны следующие особенности.*

**1. Природные органические красители** типа 1 применяются в качестве **лигандов**.

**2. Необходимыми компонентами** красителей типа 1 являются **катионы металлов**:

- катион металла играет роль центрального иона, который предопределяет структуру комплексного соединения и его цветовые характеристики;
- катионы металлов, в которых отсутствуют неспаренные электроны на внутренних атомных орбиталях (например, Al, Ca, Mg, Zn), не меняют резко цвет красителей в комплексе, в то время как катионы металлов с неспаренными электронами на внутренних атомных орбиталях (например, Fe, Cu, Pb), наоборот, существенно меняют цветовые характеристики комплексов по сравнению со свободными красителями;
- от вида металла зависит взаимодействие красителя и центрального катиона в комплексе, а также прочность связи комплекса с окрашиваемым материалом.

**3. Добавки некоторых соединений** (например, винный камень, чернильные орешки, протеин коллаген), выступающих в роли **дополнительных лигандов**, могут менять свойства комплексных соединений в красителях типа 1.

Для органических хроматических материалов типа 1 на основе природных органических красителей характерны следующие главные области применения в произведениях искусства.

**1. Растворы красителей** применялись для крашения текстильных волокон, кожи и других органических материалов, предварительно обработанных солями металлов. При крашении молекулы красителя катионы металлов и функциональные группы окрашиваемых материалов давали нерастворимые комплексные соединения в объеме и/или на поверхности этих материалов.

**2. В форме нерастворимых комплексных соединений — органических пигментов** — применялись в живописи и в прикладном искусстве, подобно минеральным пигментам в красках и/или двухфазных лессировочных лаках.

**3. Цветные лаки**, способные формировать прозрачные (или полупрозрачные), однородные, глянцевые или матовые цветные и защитные пленки, широко применялись для декорирования мно-



гих видов произведений искусства (живописи, манускриптов, мебели, кожи, металлов, обоев и др.). Эти лаки готовились как в **форме однофазных лаков** (растворимых комплексных соединений с различными пленкообразователями), так и в форме **двухфазных лаков** (суспензий органических пигментов с чистыми пленкообразователями).

Более подробно природа комплексных соединений, их физико-химические свойства и цветовые характеристики, а также области применения органических хроматических материалов типа 1 в различных видах произведений искусства описаны в последующих частях и главах данной работы.

**Тип 2. Органические хроматические материалы на основе неокрашенных органических кислот.**

*Можно считать, что органические хроматические материалы этого типа ближе к неорганическим хромогенам. Однако поскольку, наряду с неорганическими веществами, для их приготовления используются те или иные органические вещества, так же как для хромогенов типа 1 (см. выше), автор решил отнести их к органическим хромогенам.*

*Характерной особенностью типа 2 является применение неокрашенных органических кислот в качестве лигандов, а также катионов металлов с неспаренными электронами на внутренних орбиталях для получения окрашенных комплексных соединений.*

*ОХМ типа 2 готовятся в форме органических пигментов и/или цветных лаков, которые применяются главным образом в произведениях живописи и прикладного искусства на основе технологий живописи. Они используются для приготовления красок и лессировочных лаков.*

*В красителях типа 2 можно выделить два подтипа.*

**Подтип 2а** — зеленые, голубые и сине-зеленые комплексные соединения **меди**.

*Для этих ОХМ характерны следующие особенности:*

1) в качестве центрального иона используется **катион  $Cu^{2+}$** ;  
2) в качестве лигандов в ОХМ подтипа 2а применяются различные бесцветные природные органические кислоты растительного и животного происхождения:

- **в ярь-медянках** используются **алифатические жирные кислоты** — **уксусная**, а также, возможно, **пропионовая** и **молочная кислоты**, продукты брожения некоторых органических материалов (например, вина);

- в *резинатах* используются *ди- и тритерпеновые природные смолы* растительного происхождения, главным образом *абие-тиновые кислоты* из *живицы хвойных растений*.

**Подтип 2б** — *темно-синее* комплексное соединение «*Берлинская лазурь*» («*Парижская*», «*Прусская синяя*»).

В качестве *центрального иона* используется *катион Fe<sup>3+</sup>*.

В качестве *лиганда* в органических хроматических материалах подтипа 2б выступает бесцветная *синильная кислота*, дающая анион *цианид*. Комплексное соединение железа и этого аниона образует «*Берлинскую лазурь*».

**Тип 3.** Темные органические хроматические вещества почвенного происхождения.

К этому типу относятся *коричневые* и *черные ископаемые органические материалы*, продукты трансформации органических продуктов различных организмов *в древних почвах* под действием почвенных микроорганизмов, сформированных также при высоких давлениях и температурах в недрах Земли.

В органических хроматических материалах *типа 3 можно выделить два подтипа*.

**Подтип 3а** — *коричневые, сравнительно «свежие» продукты трансформации органических остатков в почве*.

*Биополимеры любых организмов*, попавших в почву, *подвергаются деструкции* за счет экзоферментов микроорганизмов и физико-химических процессов под действием почвенных вод. В результате в почве возникают олигомерные или мономерные фрагменты этих биополимеров. В почве из этих фрагментов происходит вторичный синтез *специфических почвенных высокомолекулярных продуктов*, одними из которых являются *желто-коричневые, коричневые и темно-коричневые гуминовые и фульвовые кислоты*, а также их *нерастворимые соли и комплексные соединения* — *гуматы и фульваты*. Эти соединения после достаточно длительного пребывания в почве теряют растворимые компоненты. В результате из них образуются *коричневые нерастворимые продукты* различных оттенков, которые автор относит к *подтипу 3а*.

К органическим хроматическим материалам *подтипа 3а* относятся следующие *органические пигменты*:

- «*Коричневая Ван Дейка*» («VanDyck»);
- «*Кассельская земля*»;
- «*Олонецкая земля*».

В разных странах использовались и другие подобные пигменты. Помимо органических компонентов типа *гуматов* и *фульватов*, **подтип 3а** часто содержит *различные минеральные компоненты*, всегда присутствующие в почвах наряду с органическими веществами.

**Подтип 3б — черные и темно-коричневые ископаемые продукты** трансформации органических остатков в древних почвах и **длительной трансформации в недрах Земли** при высоких давлениях и температурах.

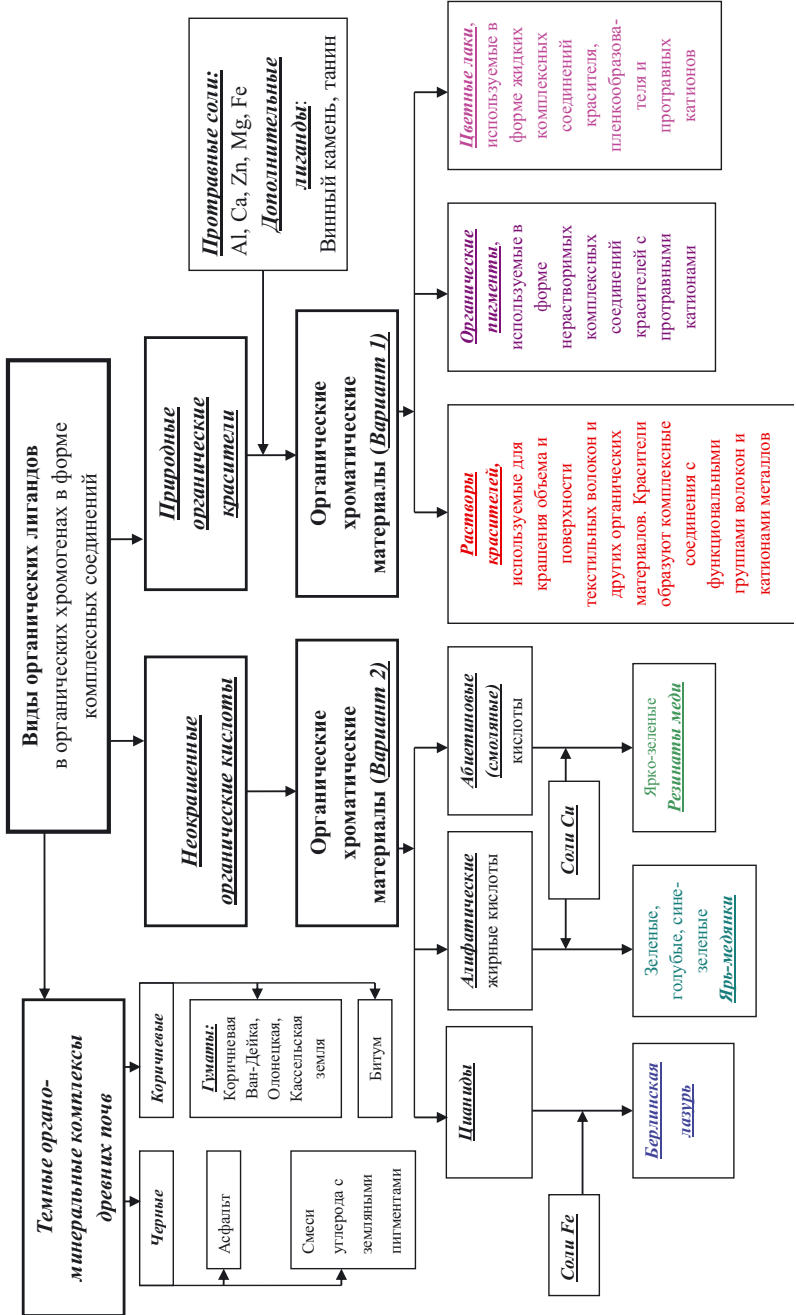
При длительном пребывании органических остатков в недрах Земли (в течение миллионов лет) при высоких давлениях и температурах происходит очень глубокая трансформация этих остатков с образованием очень темных, часто практически **черных продуктов**.

К органическим хроматическим материалам подтипа 3б относятся следующие органические пигменты:

- **«Угольная черная»**, в которой основным компонентом является ископаемый углерод. В этом пигменте присутствуют также различные минералы из соответствующих осадочных пород;
- **«Асфальт»** (**«Жидовская смола»** в русских рецептах XVI–XVIII вв.), **черный продукт глубокой переработки органических остатков** в недрах Земли. Этот пигмент состоит из **темной вязкой фракции**, в которой **диспергированы черные частицы угля, сажи или графита**. Состав «Асфальта» окончательно не установлен, он состоит из многих фракций и зависит от регионального и хронологического происхождения;
- **«Битум»**, близкий к «Асфальту» темно-коричневый **продукт глубокой переработки органических остатков** в недрах Земли. В «Битуме» удельный вес темной вязкой «нефтеподобной» фракции выше, а углеродных частиц — ниже, чем в «Асфальте».

Таблица 1

Основные виды органических хроматических материалов — варианты комплексных соединений и их компоненты



---

## Раздел 3

### Природные органические красители — основа исторических хроматических материалов (до середины XIX в.)

**Красителем** называется вещество, которое обладает *следующими свойствами*:

1. Вещество должно быть окрашено, т. е. *избирательно поглощать свет в видимой области* 400–750 нм. Черные красители должны поглощать свет во всей видимой области.
2. Вещества должны иметь *интенсивную окраску* и желателен также и *высокую чистоту тона* (насыщенность цвета).
3. Красители должны *хорошо растворяться* в тех растворителях, в которых будут окрашиваться материалы.
4. Красители должны *обладать функциональными группами*, способными связываться с *функциональными группами неокрашенных материалов*.
5. Красители должны обладать *устойчивостью окраски* под действием *агрессивных факторов внешней среды, прежде всего света*.
6. Красители, которые способны окрашивать («хромогенизировать») неокрашенный материал, должны быть *устойчивы к мокрым обработкам*, например, к стирке в присутствии поверхностно активных веществ (мыл), часто в щелочных условиях.

Оказалось, что *одновременно* этим условиям *удовлетворяет сравнительно ограниченное число природных органических окрашенных соединений*. Однако природные органические красители употребляются *не только по их прямому назначению — крашению из жидких растворов*. Уже в глубокой древности люди научились готовить из них и *другие виды хроматических материалов*, пригодных для *хромогенизации различных материальных объектов*, включая произведения искусства.

### Критерии химической классификации

*Природные красители*, которые являются основой любых «исторических» органических хроматических материалов, относятся к нескольким *химическим классам* природных соеди-